3 1761 04601135 9

Landwirtschaftliche Unterrichtsbücher

Droysen-Giseviu

Ackerbau

OLD CLASS
Agric.
D
PASC

Droysen
Ackerbau einschlieszlich Gereatelehre.

Preis 1 M. 60 Pf.

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY IN BERLIN.

Verlag von PAUL PAREY in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.

Schlipf's
Handbuch der Landwirtschaft.

Gekrönte Preisschrift.

Zwölfte, neubearbeitete Auflage.

Mit 477 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Ein starker Band in gross Oktav. Gebunden, Preis 6 M. 50 Pf.

Wem es um ein Handbuch zu thun ist, welches alle Zweige der Landwirtschaft auf Grund der neuesten Erfahrungen für den Mann der Praxis in besonders verständlicher Schreibweise behandelt, dem darf das bewährte Werk von Schlipf unbedingt empfohlen werden.

Der Umstand, dass das Buch nicht nur bei den praktischen Landwirten sich von Jahr zu Jahr mehr einbürgert, sondern dass dasselbe auch an vielen landwirtschaftlichen Schulen als Lehrbuch gebraucht wird, erforderte eine Vervollständigung mehrerer Abschnitte, ohne dass jedoch die Tendenz des Buches, ein Ratgeber für den praktischen Landwirt zu sein, darunter leiden durfte. Es wurde daher auch bei den mannigfachen Einschaltungen stets die populäre Sprache, durch welche das Buch sich gerade bei den mittleren und kleineren Landwirten einer so grossen Beliebtheit erfreut, sorgfältig beibehalten.

Trotz vielfältiger Erweiterungen und Einschaltungen einer grossen Anzahl neuer Abbildungen wurde der Preis des gut gebundenen, in grosser Schrift gedruckten, 644 Seiten grossen Formats umfassenden, mit 477 Abbildungen versehenen Buches auf nur 6 M. 50 Pf. festgesetzt, so dass man behaupten kann, in Anbetracht des Gebotenen ist der »Schlipf«

das billigste landwirtschaftliche Buch.

Mentzel und v. Lengerke's
landwirtschaftlicher
Hülfs- und Schreib-Kalender.

Achtundvierzigster Jahrgang, herausgegeben von

Dr. H. Thiel, und **Dr. E. Wolff,**

Geh. Ober-Reg.-Rat, vortr. Rat im Kgl. Minist. für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

Prof. an der Kgl. Landw. Akademie zu Hohenheim.

Erster Teil (**Taschenbuch**) gebunden. Zweiter Teil (**Jahrbuch**) geheftet.

Ausgabe mit einer halben Seite weiss Papier pro Tag, in Leinen gebd. 2 M. 50 Pf., in Leder gebd. 3 M.

Ausgabe mit einer ganzen Seite weiss Papier pro Tag, in Leinen gebunden 3 M., in Leder gebunden 4 M.

Der erste Teil (das Taschenbuch), welcher betreffs Güte des Schreibpapieres wie Haltbarkeit des Einbandes nichts zu wünschen übrig lässt, enthält die bekannten Formulare zu Wirtschafts-Notizen jeder Art und die überall dem praktischen Bedürfnis angepassten Hülfstabellen, welche auf alle Fragen, wie sie sich täglich im Wirtschaftsbetrieb aufwerfen, stets eine bündige und zuverlässige Antwort geben.

Der zweite Teil (das Jahrbuch) enthält ausser der jährlich revidierten Zusammenstellung der landwirtschaftlichen Behörden, Vereine, Unterrichtsanstalten etc. einen Aufsatz aus der Feder von Geheimrat Professor Dr. Maercker-Halle über die Landwirtschaft in Deutschland und Amerika.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von PAUL PAREY in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.

Landwirtschaftliche Unterrichtsbücher.

Durchaus gemeinverständlich und nach pädagogischen Rücksichten geschriebene, in Text und Abbildungen vorzüglich ausgestattete und aussergewöhnlich wohlfeile Bücher für den Unterricht an Landwirtschaftsschulen, Ackerbauschulen und Winterschulen.

Ackerbau von **Dr. Droysen**, Direktor, und **Dr. Gisevius**, Landwirtschaftslehrer an der Landwirtschaftsschule und landwirtschaftlichen Winterschule in Dahme. **Zweite** Auflage. 200 Seiten Text. Mit 160 Textabbildungen. **In Leinen geb., Preis 1 M. 60 Pf.**

Pflanzenbau von **Dr. Birnbaum**, Direktor der Landwirtschaftsschule in Liegnitz. **Zweite** Auflage. 161 Seiten Text. Mit 159 Textabbildungen. **In Leinen gebunden, Preis 1 M. 40 Pf.**

Viehzucht von **V. Patzig**, Landwirtschaftslehrer an der Landwirtschaftsschule in Marienburg. **Zweite** Auflage. 164 Seiten Text. Mit 97 Textabbildungen. **In Leinen gebunden, Preis 1 M. 40 Pf.**

Wirtschaftsbetrieb von **Dr. P. Gabler**, Lehrer an der Landwirtschaftsschule in Eldena. 123 Seiten Text. Kartonniert, Preis 1 M. 20 Pf.

Forstwirtschaft von **G. Meyer**, Königl. Forstmeister und Lehrer an der Ackerbauschule in Ebstorf. 96 Seiten Text. Kartonniert, Preis 1 M.

Physik von **M. Hollmann**, Lehrer an der Ackerbau- und Obstbauschule in Wittstock. **Zweite** Auflage. 122 Seiten Text. Mit 152 Textabbildungen. **In Leinen gebunden, Preis 1 M. 20 Pf.**

Betriebslehre von **A. Conradi**, Direktor der Landw. Lehranstalt u. d. Landw. Winterschule in Hohenwestedt. **Zweite** Auflage. 82 Seiten Text. **In Leinen gebunden, Preis 1 M.**

Wiesenbau von **H. Kutscher**, Lehrer an der Landw. Lehranstalt in Hohenwestedt. 62 Seiten Text. Mit 45 Textabbildungen. Kartonniert, Preis 80 Pf.

Chemie von **P. J. Murzel**, Direktor der landwirtschaftlichen Winterschule in St. Wendel. Zweite Auflage. 118 Seiten Text. **In Leinen gebunden, Preis 1 M. 20 Pf.**

Selbstverwaltungsämter, Vorbereitung für staatliche und kommunale. Von **C. Petri**, Lehrer an der landwirtschaftlichen Lehranstalt in Hohenwestedt. 80 Seiten Text. **In Leinen gebunden, Preis 1 M.**

Chemie von **A. Maas**, Lehrer an der Ackerbauschule in Wittstock. 185 Seiten Text. Mit 10 Textabbildungen. **In Leinen gebunden, Preis 1 M. 60 Pf.**

Obst- u. Gemüsebau von **Otto Nattermüller.** 108 Seiten Text. Mit 70 Textabbildungen. **In Leinen gebunden, Preis 1 M. 50 Pf.**

Rechenbuch von **L. Lemke**, Lehrer an der Landwirtschaftsschule in Liegnitz. Erster Teil. Für die Unterklassen. 130 Seiten Text. **In Leinen gebunden, Preis 1 M. 40 Pf.**

Geometrie, Feldmessen u. Nivellieren von **H. Kutscher**, Lehrer an der landwirt Lehranstalt in Hohenwestedt. Mit 172 Textabbild. 126 Seiten Text. **In Leinen gebunden, Preis 1 M. 40 Pf.**

Rechenbuch für Ackerbauschulen und landw. Winterschulen von **P. Knak**, Lehrer an der Acker- und Obstbauschule zu Wittstock. 96 Seiten Text. **In Leinen gebunden, Preis 1 M. 20 Pf.**

— — Lösungen. **Preis 50 Pf.**

Mineralogie u. Gesteinslehre von **V. Uhrmann**, Lehrer an der landw. Schule in Chemnitz. 80 Seiten Text. Mit 40 Textabbildungen. **In Leinen gebunden, Preis 1 M.**

Die Sammlung wird stetig fortgesetzt, und auch über bereits behandelte Gegenstände sind neue, andere Bearbeitungen nicht ausgeschlossen, weil die Ansprüche verschiedener Schulen naturgemäss mannigfaltig sind und die Sammlung allen Erfordernissen entsprechen soll.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von PAUL PAREY in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.

Der praktische Landwirt, Gärtner und Forstmann hat vielfac nicht die Zeit und häufig auch keine so grosse Bibliothek, um durc Nachlesen in Spezialwerken Belehrung zu suchen; für ihn hande es sich meist darum, sofort und ohne vieles Suchen eine Auskun zu finden. Diesem Bedürfnis des Praktikers dienen die Fach-Lexika

Illustriertes

Landwirtschafts-Lexikon

Zweite, neubearbeitete Auflage

unter Mitwirkung von Professor Dr. **W. Kirchner**-Leipzig, Dr. **E. Lange**-Berlin, Professo Dr. **E. Perels**-Wien, Professor Dr. **O. Siedamgrotzky**-Dresden, Professor Dr. **F. Stohmann** Leipzig, Professor Dr. **A. Thaer**-Giessen, Professor Dr. **E. Wolff**-Hohenheim, herausgegebe von Dr. **Guido Krafft**, Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Mit 1172 Textabbildungen. Preis 20 M. Gebunden 23 M.

Illustriertes

Gartenbau-Lexikon

Zweite, neubearbeitete Auflage

unter Mitwirkung von Stadtgarteninspektor **Bergfeld**-Erfurt, Garteninsp. **Goeschke**-Proskau Hofgarteninspektor **Jaeger**-Eisenach, **J. H. Krelage**-Haarlem, Hofgarteninspektor **Noack** Darmstadt, Dr. **Rümpler**-Pakosch, Dr. **P. Sorauer**-Proskau, Dr. **von Schlechtendal**-Halle, Garten Inspektor **Stein**-Breslau, Prof. Dr. **Taschenberg**-Halle, Dr. **W. Ule**-Halle, herausgegeben vo **Th. Rümpler**, General-Sekretär des Gartenbau-Vereins in Erfurt.

Mit 1205 Textabbildungen. Preis 20 M. Gebunden 23 M.

Illustriertes

Forst- und Jagd-Lexikon

unter Mitwirkung von Professor Dr. **Altum**-Eberswalde, Professor Dr. **von Baur**-München Prof. Dr. **Bühler**-Zürich, Forstmeister Dr. **Cogho**-Seitenberg, Forstmeister **Esslinger**-Aschaffen burg, Professor Dr. **Gayer**-München, Forstmeister Freiherrn **von Nordenflycht**-Lödderitz, Prof Dr. **Prantl**-Aschaffenburg, Forstmeister **Runnebaum**-Eberswalde, Prof. Dr. **Weber**-München herausgegeben von Dr. **Herm. Fürst**, Oberforstrat in Aschaffenburg.

Mit 526 Textabbildungen. Preis 20 M. Gebunden 23 M.

Herausgeber und Mitarbeiter haben darin gewetteifert, zuverlässig, knapp und doch verständlich zu arbeiten, und in diese Weise enthält jedes Lexikon Tausende einzelner Artikel und giebt — aufgeschlagen an der betreffenden Stelle des Alphabets — eine augenblickliche, klare und bündige Antwort auf alle Fragen, wie sie sich täglich im praktischen Betriebe aufwerfen.

Wo immer schnellerem Verständnis durch eine Abbildung zu Hilfe gekommen werden konnte, ist dem Text ein Holzschnitt beigegeben.

Der niedrige Preis konnte nur gestellt werden im Vertrauen auf einen aussergewöhnlichen Absatz sowie in der Überzeugung, dass diesen Lexika der ungeteilte Beifall der deutschen Landwirte, Gärtner und Forstmänner nicht fehlen kann, und dass ihnen dieselben bald als unentbehrliche Hausbücher gelten werden.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Herrn Professor Dr. von der Goltz ehrerbietigst überreicht
von den Verfassern Droysen Gisevius.

Agric. D.

Ackerbau

einschließlich Gerätelehre

von

Dr. **Droysen**, Direktor und Dr. **Gisevius**, Kulturtechniker und Landwirtschaftslehrer
an der Landwirtschaftsschule und landwirtschaftlichen Winterschule zu Dahme (Mark).

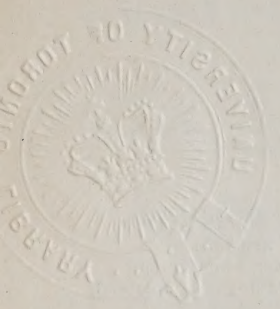
UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Dritte, durchgesehene Auflage.

Mit 160 Textabbildungen.

87696
28/5/08

Berlin.
Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.
1896.



Vorwort zur ersten Auflage.

Die Auswahl des Stoffes der vorliegenden Ackerbaulehre bezieht sich auf das ganze Gebiet des Ackerbaues und sucht dem vielseitigen Bedürfnis nach Ausdehnung desselben für die mannigfachen örtlichen Verhältnisse unseres Vaterlandes und der verschiedenartigen landwirtschaftlichen Lehranstalten Rechnung zu tragen. So wurde, entgegen der Stoffauswahl in den meisten anderen Lehrbüchern, auch die Pflege und Ernte der Kulturpflanzen mit hineingezogen.

Die Ausdrucksweise wurde möglichst einfach, klar und kurz gewählt. Fremdwörter wurden vermieden, wenn irgend ein guter deutscher Ausdruck dafür zu finden war. Die Rechtschreibung ist die für preußische Lehranstalten vorgeschriebene. Jeder einzelne Abschnitt ist vollständig in sich geschlossen, so daß er unabhängig von den anderen dem Unterrichte dienen kann.

Das weitgehende Entgegenkommen des Herrn Verlegers hat uns erlaubt, das Buch mit einer sehr großen Anzahl guter Abbildungen auszustatten.

Was die einzelnen Abschnitte des Buches betrifft, so glaubten wir, besonders im Hinblick auf das Bedürfnis der Ackerbauschulen und landwirtschaftlichen Winterschulen, einen kurzen Abriß über Bau und Leben der Pflanzen vorausschicken zu sollen, der jedoch eingehend genug erscheinen dürfte, auch dem Unterricht an Landwirtschaftsschulen zu genügen.

Die Mineralogie und die Gesteinslehre wurden gleichfalls mit Rücksicht auf die niederen landwirtschaftlichen Lehranstalten eingefügt und zwar umsomehr, als in der Bodenkunde dem Verständnis des Schülers durch stärkere Betonung der mineralogischen Bodenbetrachtung, gegenüber der sonst bevorzugten chemischen, entgegengekommen werden soll.

Den Versuch, die mechanische Analyse für die Bodenklassifikation stärker als bisher nutzbar zu machen, haben die Arbeiten der königl. geologischen Landesanstalt zu Berlin angeregt.

Bei den dann folgenden Teilen der Ackerbaulehre selbst wurde die Besprechung der Geräte nicht einem besonderen Abschnitt zugewiesen, sondern in die einzelnen Abschnitte eingeschaltet, jedoch so angeordnet, daß der Lehrer nach Bedürfnis die Geräte auch im Zusammenhange behandeln kann.

Für die Meliorationslehre wurde der Lehrgang des kulturtechnischen Kurses der Akademie zu Poppelsdorf in schulmäßiger Behandlung zu verwerten gesucht.

Wir übergeben das Buch, dessen Preis der Verleger überraschend niedrig gestellt hat, unseren werten Fachgenossen mit der Bitte, uns durch freundliche Ratschläge zur Abänderung von Mängeln bei späteren Auflagen gütigst unterstützen zu wollen.

Dahme (Mark), den 12. September 1892.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die neue Auflage dieses Buches enthält nur geringe Änderungen, da die Notwendigkeit eines Neudruckes uns so unerwartet kam, daß wir den Rat der geehrten Fachgenossen nur in eingeschränktem Maße erbitten und berücksichtigen konnten. Solche Änderungen erschienen besonders in der Bodenkunde, der Bodenbearbeitungslehre und der Meliorationslehre zweckmäßig. Diese Abschnitte haben zum Teil auch eine andere Anordnung des Stoffes erhalten; doch sind, um die erste Auflage neben der zweiten benutzen zu können, die alten Paragraphen den neuen in Klammer beigesetzt worden. Um in der Meliorationslehre eine Beschränkung des Lehrstoffes zu ermöglichen, wurden mehrere Paragraphen in kleinerer Schrift gedruckt, die nach Belieben ausgelassen werden können. Die übrigen bilden für den gewünschten kürzeren Lehrgang ein geschlossenes Ganze.

Für die gütigst übermittelten und von uns möglichst weitgehend berücksichtigten Anregungen sagen wir den Herren Fachgenossen unsern verbindlichsten Dank und erbitten auch ferner ihre freundliche Mitarbeit.

Dahme (Mark), November 1893.

Vorwort zur dritten Auflage.

Das in dem Vorworte zur zweiten Auflage Gesagte gilt im wesentlichen auch für die dritte. Nur der Abschnitt „Düngerlehre" hat nach dem Wunsche verschiedener Herren Fachgenossen eine erhebliche Umänderung und Erweiterung erfahren, wobei uns besonders die dankenswerten Vorschläge des Herrn Oberlehrer Patzig-Marienburg zu statten kamen.

Weitere gütige Anregungen werden wir stets dankbar begrüßen.

Dahme (Mark), Oktober 1895.

Dr. Droysen, Direktor.

Dr. Gisevius, Oberlehrer.

Inhalt.

I. Die Pflanze.

A. Der innere Aufbau der Pflanze.

Seite

§ 1. Die Zelle 1
§ 2. Das Zellgewebe 5
§ 3. Gewebesysteme 8
§ 4. Aufbau der einzelnen Pflanzenteile 12

B. Das Leben der Pflanze.

a) Die Ernährung.

§ 5. Die Bestandteile der Pflanze 15
§ 6. Aufnahme der Nährstoffe durch die Wurzel 17
§ 7. Die Herstellung der organ. Substanz in der Pflanze (Assimilation) 19
§ 8. Verwendung der gebildeten organischen Substanz 20

b) Die Blüte.

§ 9. Die Bestandteile der Blüte 22

c) Die Ausbildung des Samens. — Das Reifen.

§ 10. Samenbildung. Reife 23

d) Die Keimung des Samens.

§ 11. Die Keimung 24

II. Bodenkunde.

A. Mineralogie.

§ 12. Quarz 26
§ 13. Eigenschaften der Mineralien 26
§ 14. Calciumhaltige Mineralien 27
§ 15. Steinsalz und Abraumsalze 27
§ 16. Kieselsäure-Verbindungen 28
§ 17. Eisenkies. — Raseneisenstein 30
§ 18. Mineralien organischen Ursprungs 31

B. Gesteinslehre.

§ 19. Granit 32
§ 20. Eigenschaften der Gesteine 33
§ 21. Einfache Gesteine 33
§ 22. Gemengte Gesteine 35

C. Entstehung der Erdrinde und des Bodens.

§ 23. Entstehung der festen Gesteine (der festen Erdrinde) 37
§ 24. Entstehung d. Trümmergesteine u. d. Bodens aus d. festen Gesteinen 38

D. Eigenschaften des Bodenkorns.

§ 25. Bodenkorn 41
§ 26. Die chemische Beschaffenheit der Bodenkörner 41
§ 27. Die bodenbildenden Mineralien 42
§ 28. Der Humus 42
§ 29. Bodenlösung 44
§ 30. Korndurchmesser; Korngröße. — Schlämmvorrichtungen 44
§ 31. Die Einteilung der Eigenschaften des Bodenkorns 46

E. Bodeneigenschaften.

§ 32. Verhalten des Bodens zum Wasser 46
§ 33. Grundwasser 48

Seite
§ 34. Verhalten der Bodenkörner zu einander und zu Geräten . . . 49
§ 35. Verhalten des Bodens zur Wärme 51
§ 36. Verhalten des Bodens zu fremden Körpern 52

F. Bodenarten.

§ 37. Einteilung und Bezeichnung der Bodenarten 53
§ 38. Bodenprofil 55
§ 39. Die Mineralböden im allgemeinen 56
§ 40. Die Mineralböden im einzelnen 57
§ 41. Humusböden 59
§ 42. Die praktische Bodenuntersuchung 60

III. Bodenbearbeitung.

A. Vorbegriffe.

§ 43. Ackerkrume und Untergrund. — Alte Kraft 61
§ 44. Tiefe der Ackerkrume. — Tiefkultur 62
§ 45. Gare. — Abruhen des Ackers 64
§ 46. Brache 65

B. Die Geräte im allgemeinen.

§ 47. Rohstoffe zum Maschinenbau 66
§ 48. Behandlung von Maschinen. — Das Lager 67
§ 49. Einteilung eines Maschinenwerkes 69

C. Die Bodenbearbeitung.

§ 50. Die Arten der Bodenbearbeitung 70
§ 51. Pflug 71
§ 52. Pflugarbeit 74
§ 53. Beetpflug; Mehrscharer. — Beetpflügen 77
§ 54. Kehrpflug. — Ebenpflügen 78
§ 55. Doppelpflug. — Doppelpflügen 80
§ 56. Bälken 81
§ 57. Häufelpflug; Haken. — Kammpflügen 81
§ 58. Schälpflügen 82
§ 59. Untergrundpflug. — Untergrundpflügen, Spatpflügen und Gabeln 83
§ 60. Rajolpflug. — Rajolpflügen 84
§ 61. Egge 84
§ 62. Eggarbeit auf dem Acker 86
§ 63. Dornschleife; Wiesenegge. — Eggarbeit auf Wiesen 88
§ 64. Krümmer. — Arbeit desselben 88
§ 65. Walze 90
§ 66. Arbeit der Walze 91
§ 67. Dampfkultur 93
§ 68. Wasserfurchen 95

IV. Düngung.

§ 69. Ersatzquellen der Pflanzennährstoffe 96
§ 70. Wirkung und Einteilung des Düngers 96

A. Stalldünger.

§ 71. Tierische Auswurfstoffe 97
§ 72. Einstreu 98

Seite
§ 73. Stalldünger im Stalle 101
§ 74. Die Düngerstätte auf dem Hofe 102
§ 75. Der Dünger auf der Dungstätte 104
§ 76. Verwendung des Düngers 105
§ 77. Jauchekarren. — Düngung mit Jauche 106
§ 78. Menschliche Auswurfsstoffe und Federviehdünger 107
§ 79. Kompost 107

B. Gründüngung.

§ 80. Gründüngung 109

C. Künstliche Düngung.

§ 81. Notwendigkeit künstlicher Düngung 111
§ 82. Gewinnung künstlicher Düngemittel 111
§ 83. Wirkung und Einteilung künstlicher Düngemittel 112
§ 84. Stickstoffhaltige künstliche Düngemittel 112
§ 85. Phosphorsäurehaltige künstliche Düngemittel 113
§ 86. Stickstoff und Phosphorsäure enthaltende künstliche Düngemittel 116
§ 87. Kalihaltige künstliche Düngemittel 118
§ 88. Düngung der Pflanzen mit Stickstoff und Phosphorsäure . . . 118
§ 89. Anwendung der Kalidünger 120
§ 90. Mischdünger 122
§ 91. Höhe des Nährstoffersatzes in künstlichen Düngemitteln und Preis derselben 123
§ 92. Gewähr und Kontrolle 124

D. Indirekte Düngemittel.

§ 93. Kalk 125
§ 94. Die Moorerde 127
§ 95. Gips 128
§ 96. Steinsalz und Eisenvitriol 128
§ 97. Düngerstreuer 129

V. Saat, Pflege und Ernte.

A. Saat.

§ 98. Beschaffenheit guten Saatgutes 130
§ 99. Prüfung des Saatgutes; Keimprobe. — Gebrauchswert 131
§ 100. Saatwechsel 133
§ 101. Erhaltung der guten Eigenschaften des Saatgutes 135
§ 102. Vorbereitung des Saatgutes 136
§ 103. Dichte des Pflanzenstandes. — Stärke der Aussaat 136
§ 104. Sämaschinen. 137
§ 105. Reihenzieher. — Ausführung der Saat 140
§ 106. Unterbringung 142
§ 107. Das Pflanzen 142

B. Pflege.

§ 108. Hacke; Pferdehacke. — Krustebrechen und Häufeln 143
§ 109. Das Entfernen von Pflanzenteilen 145
§ 110. Jätemaschinen. — Unkrautvertilgung 146

Seite

C. Ernte.

§ 111. Sichel, Sense, Mähmaschine 147
§ 112. Geräte zur Heubereitung 151
§ 113. Grünfutter und Heu 153
§ 114. Ernte der Körnerfrüchte 155
§ 115. Fuhrwerke 156
§ 116. Stakmaschine. Feimen 158
§ 117. Göpel. — Seine Aufstellung 160
§ 118. Maschinen zur Körnergewinnung. — Dreschen; Ausreiten . . . 162
§ 119. Maschinen zur Reinigung der Körner 167

VI. Meliorationen.

A. Wasserleitungen.

§ 120. Bewegung fließenden Wassers 169
§ 121. Darstellung eines Wasserlaufes 171
§ 122. Ausmessung der Wasserführung 172
§ 123. Berechnung der Stromgeschwindigkeit und Wasserführung . . . 173
§ 124. Herstellung eines neuen Grabens 174
§ 125. Bewegung des Wassers in Röhren. — Berechnung der Wasserführung 175
§ 126. Röhren. — Herstellung einer Röhrenleitung 176

B. Wasserhebe- und Stauwerke.

§ 127. Künstliche Wasserhebung 177
§ 128. Deiche 179
§ 129. Schleusen 180

C. Rasen- und Erdarbeiten.

§ 130. Geräte zur Erdbewegung 181
§ 131. Feldeisenbahn 183
§ 132. Erdberechnung und Wahl der Beförderungsmittel 186
§ 133. Schneiden, Lösen und Wiederauflegen von Rasen 187

D. Die Bachregulierung.

§ 134. Bachregulierung 189

E. Die Entwässerung.

§ 135. Entwässerungsanlagen 191
§ 136. Grabennetz 192
§ 137. Drainage 193

F. Die Bewässerung.

§ 138. Zweck und Erfordernisse der Bewässerung 196
§ 139. Bewässerungsweisen; Wässerungsregeln 198

G. Urbarmachung von Acker und Moor.

§ 140. Urbarmachung des Ackers 202
§ 141. Hoch- und Niederungsmoore 203
§ 142. Deckkultur der Niederungsmoore 204
§ 143. Mischkultur der Hochmoore 207
§ 144. Wiesen- und Brennkultur 208

I. Die Pflanze.[1]

A. Innerer Bau der Pflanze.

§ 1. Die Zelle.

1. Alle Lebewesen (Pflanzen und Tiere), auch organische Wesen oder Organismen genannt, bestehen nicht aus einer gleichförmigen Masse, sondern sind aus meist sehr zahlreichen **Zellen** zusammengesetzt. Wenn man z. B. irgend einen Teil einer unserer Kulturpflanzen unter dem Mikroskop betrachtet, so zeigen sich die Zellen als zahllose kleine Bläschen von sehr verschiedener Form und Größe, die innig miteinander verwachsen sind.

2. Bei allen lebenden Zellen unterscheiden wir die Zellhaut und den Zellinhalt (Fig. 1). Die **Zellhaut,** aus Zellstoff (Cellulose) bestehend, umschließt die ganze Zelle, während der **Inhalt der Zelle** aus dem Protoplasma, einem Gemenge von Eiweißkörpern und anderen organischen Stoffen, gebildet wird, das sich als weiche oder halbflüssige Masse darstellt und auch feste Körper einschließen kann. Die Protoplasmakörper sämtlicher Zellen einer Pflanze stehen durch feine Fäden, welche die Poren der Wandungen durchsetzen, miteinander in Verbindung, so daß die ganze Pflanze ein in sich zusammenhängendes Ganze darstellt. In dem Protoplasma ist der Zellkern eingelagert, der als eine verdichtete, scharf abgegrenzte, rundliche Masse des Protoplasmas erscheint. Bei älteren Zellen finden sich meist größere Hohlräume, von dem Protoplasma umgeben und durchzogen, die sogenannten Safträume [Vakuolen], die mit Zellsaft gefüllt sind (Fig. 2 u. 3, S. 3). Der Zellsaft besteht aus Wasser, das die für die Ernährung des Plasmas nötigen Stoffe gelöst enthält.

3. Als wichtigste Einlagerungen des Protoplasmas sind die Blattgrünkörperchen und die Stärkekörner zu nennen.

Die Blattgrünkörperchen (Chlorophyllkörner) sind in den Zellen grüner Pflanzenteile enthalten. Sie bestehen aus verdichtetem Protoplasma, sind aber durch einen Farbstoff, das Blattgrün [Chlorophyll], grün gefärbt. Dieser Farbstoff kann nur im Sonnenlichte entstehen (Fig. 3 g, S. 3).

Die Stärkekörner finden sich in den Blattgrünkörpern, in denen und durch die sie gebildet wurden. Oft sehen wir auch ganze Zellen

[1]) Die hier gegebenen Ausführungen beziehen sich nur auf die höheren Pflanzen, zu denen unsere Kulturgewächse gehören.

dicht mit Stärke erfüllt, die jedoch dort nicht entstanden, sondern aus anderen Zellen hingeführt worden ist. Die Stärkekörner haben bei den verschiedenen Pflanzen sehr verschiedene Form und Größe und lassen daran ihren Ursprung erkennen. Unter dem Mikroskop zeigen sie meistens konzentrische Zeichnung (Fig. 4 u. 5, S. 3 u. 4).

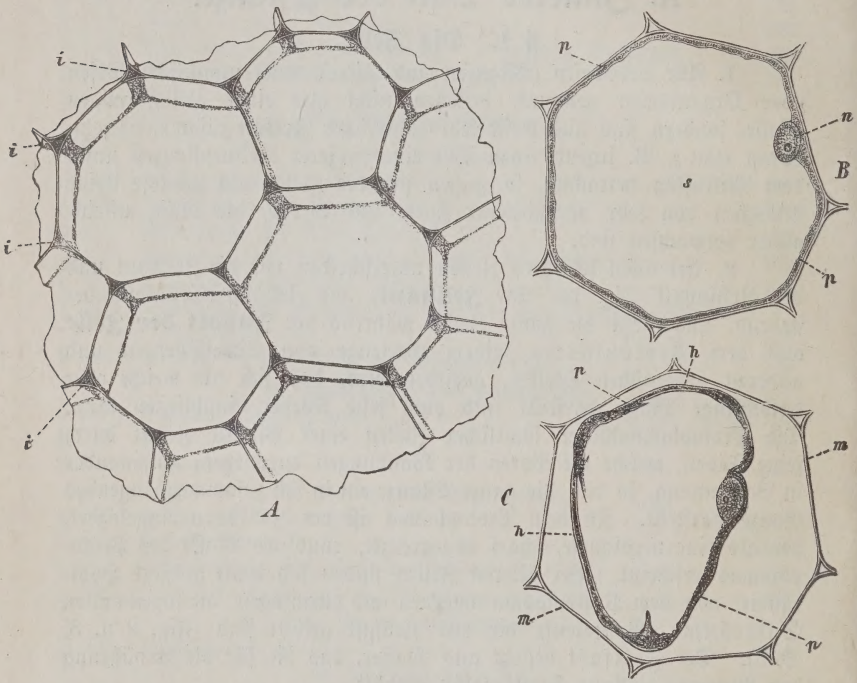


Fig 1. Zellen aus dem Marke des Maisstengels, vergrößert.
i Zellzwischenräume. m Zellhaut. p Protoplasma. n Zellkern. s Saftraum.

4. Die **Bildung neuer Zellen** geschieht meist durch Teilung. Dabei tritt zuerst eine Vergrößerung der ganzen Zelle in ihrer Masse [ihrem Volumen] ein, alsdann teilt sich die so vergrößerte Mutterzelle durch Einschieben einer Scheidewand in zwei Tochterzellen (Fig. 6, S. 4). Die Zellteilung wird durch eine Teilung des Zellkernes eingeleitet.

Eine andere Art der Entstehung neuer Zellen ist die durch die „freie Zellbildung", bei welcher innerhalb des Protoplasmas einer Zelle und unter Verwendung nur eines Teiles des Plasmas eine neue Zelle gebildet wird. Diese freie Zellbildung findet z. B. bei der Entstehung des Samens statt.

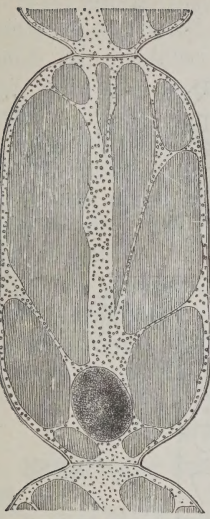


Fig. 2. Zelle aus einem Staubfaden-haar von Tradescantia virginica.

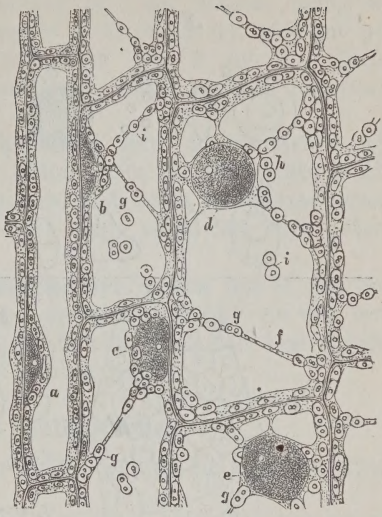


Fig. 3. Zelle aus dem Blatte der Waſſerpeſt (Elodea canadensis).

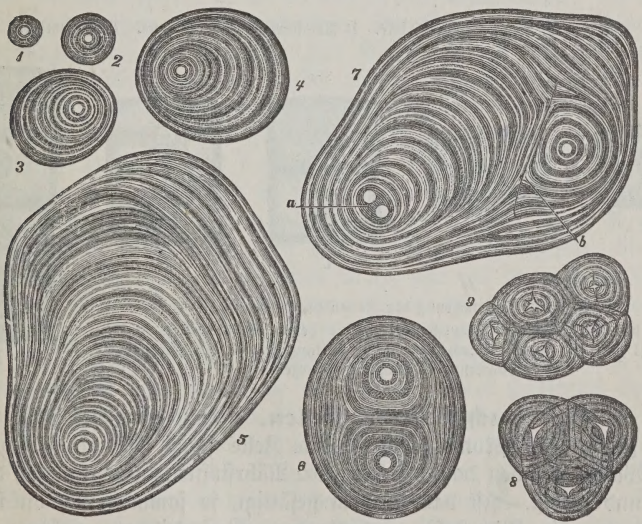


Fig. 4. Stärkekörner aus der Kartoffelknolle. (Stark vergrößert.)

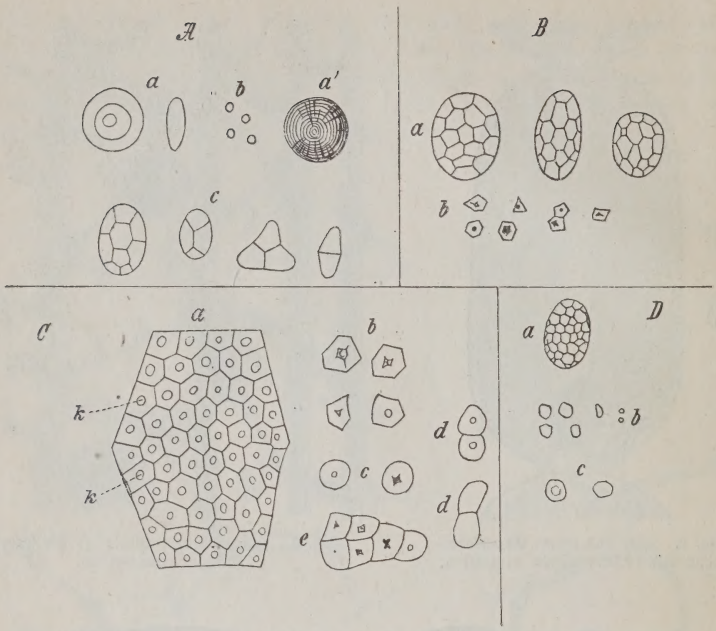


Fig. 5. Stärke: A Weizenstärke. B Reisstärke. C Maisstärke. D Haferstärke.

Fig. 6. Vermehrung der Zellen durch Teilung.
Aus der Zelle A wurden durch Teilung die beiden Tochterzellen in B; aus B wird C, daraus durch abermalige Teilung D und durch weiteres Wachstum E (nach Straßburger).

5. **Das Wachstum der Zellen.** [Entstehung des Zellsaftes.] Die junge, mit Protoplasma erfüllte Zelle saugt wie ein Schwamm das Wasser mit den darin enthaltenen Nährstoffen auf, dehnt sich dabei aus und wächst. Ist das Plasma gesättigt, so sammeln sich die überschüssigen, die Nährstoffe enthaltenden Wasserteilchen zwischen dem Plasma an. Je mehr die Zelle sich vergrößert, desto mehr nehmen

diese Wasseransammlungen an Umfang zu. Die Räume, welche sie ausfüllen, heißen Safträume (vgl. § 1 Nr. 2, S. 1), und sind gewöhnlich von ungleicher Größe und Form (Fig. 2 und 3). Ihren Inhalt nennt man Zellsaft. Das Plasma bildet dann oft nur einen Wandbelag.

Die Zellteilung und das Wachstum hören in den Zellen auf, sobald das Plasma abstirbt. Es bleiben dann die toten Zellen zurück, die gleichwohl, wie z. B. die Holzzellen, noch weiter der Pflanze Nutzen bringen können. Der Zellinhalt wird dann durch Luft oder andere Stoffe gebildet.

6. Die **Form und die Größe der Zellen** sind je nach den verschiedenen Pflanzen und nach den verschiedenen Teilen ein und derselben Pflanze sehr verschieden; denn sie richten sich nach dem Zwecke, den die Zellen im Pflanzenteil zu erfüllen haben.

§ 2. Das Zellgewebe.

Zellgewebe sind Gruppen gleicher Zellen, die denselben Zweck haben.

1. Das Bildungsgewebe (Urmeristem), das stets aus jungen Zellen besteht, findet sich an denjenigen Stellen der Pflanze, die im Wachstum begriffen sind, so an der Spitze jedes Stengels und Zweiges, in den Knospen (Fig. 7 V, S. 6) und in der Wurzelspitze. An diesen Orten dient es dem Längenwachstum. Der Keimling besteht ganz aus Bildungsgewebe. Um hingegen das Wachstum der Pflanzen in die Dicke zu bewirken, gestaltet es sich als Cambium (Fig. 7 C). Aus diesem Bildungsgewebe entwickeln sich alle anderen Gewebeformen.

2. Das Parenchymgewebe besteht aus Zellen, die meistens fast ebenso lang als dick sind (z. B. die Zellen des Markes und der Rinde, Fig. 7 M und RP). Sie können aber auch erheblich länger als dick sein, haben dann aber niemals zugespitzte Enden (Fig. 9 M, c, R).

3. Das Prosenchym ist aus Zellen zusammengesetzt, die eine oft vielfach größere Länge als Dicke haben und mit ihren spitzen Enden ineinander geschoben sind. Aus solchem Gewebe bestehen zu einem wesentlichen Teile das Holz und der Bast (Fig. 9 h und b, S. 7).

4. Das Steingewebe (Sklerenchym) enthält Zellen, deren Häute so stark verdickt erscheinen, daß oft nur ein kleiner Hohlraum für den Zellinhalt übrig ist (Fig. 10, S. 8).

Diese dicken Wände haben Poren, welche von dem Zellinnern nach außen gehen und die Nahrungszufuhr zum Plasma ermöglichen. Die Steinzellen bilden die harte Schale der Steinfrüchte, z. B. der Kirsch- und der Pflaumenkerne. Auch in unserem Obst, z. B. im Fleisch der Birnen, finden wir, zum Schutz des Kernhauses, solche Steinzellen.

5. Die Gefäße. Unter den Gefäßen haben wir uns etwas Ähnliches vorzustellen, wie die Fahrschächte in großen Gebäuden, welche

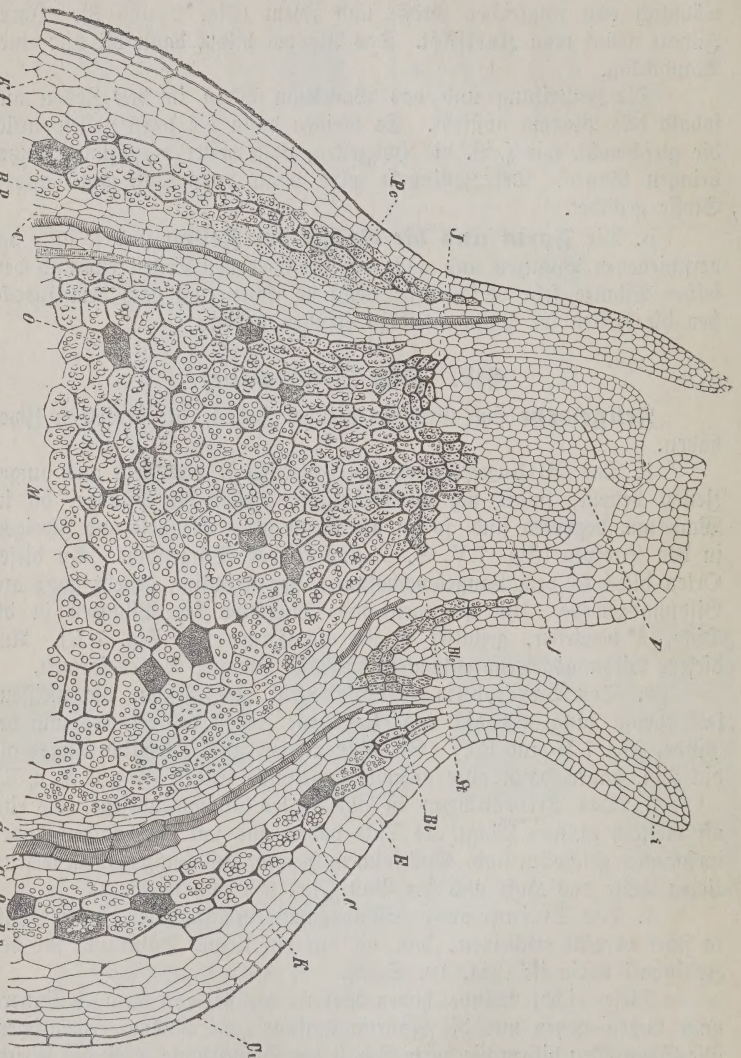


Fig. 7. Längsschnitt durch die Spitze einer sehr jungen Kartoffelknolle. V Bildungsgewebe. J Zellzwischenraum. i Blattanlage. E Oberhaut. Cu Korkschicht. RP Rindenparenchym. C Cambium. G Spiralgefäße. M Mark.

wir uns in der Weise entstanden denken können, daß in einer Anzahl übereinander liegender Zimmer in den verschiedenen Stockwerken die

Böden herausgenommen sind, und so ein langer Schacht den Verkehr zwischen den einzelnen Stockwerken herstellt. Zwischen einzelnen über-

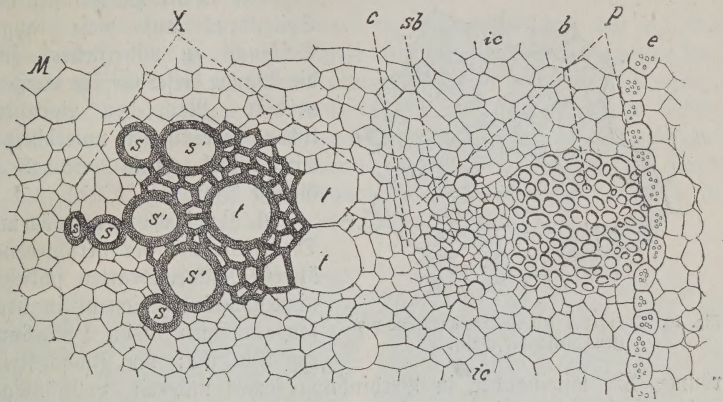


Fig. 8.

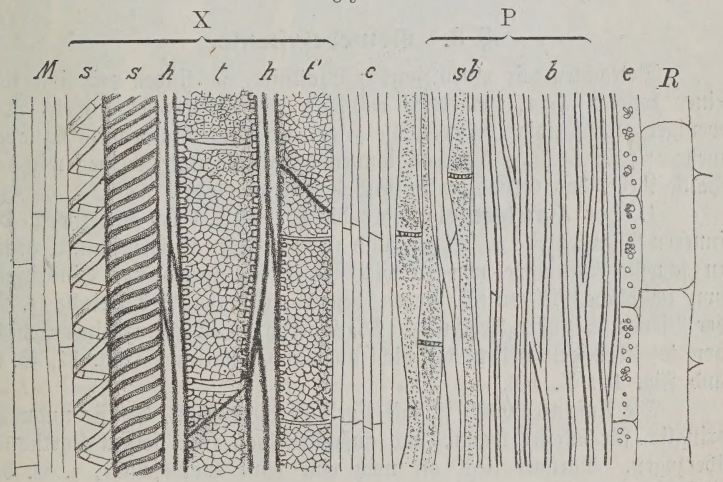


Fig. 9.

Fig. 8. Querschnitt, Fig. 9. radialer Längsschnitt durch ein schwaches Gefäßbündel einer Sonnenblume. M Mark. ss Spiralgefäße. hh Holzfasern. tt' Tüpfelgefäße. c Cambium. sb Siebröhrchen. b Bastfasern. R Rinde. X Holzteil. P Siebteil (nach Prantl).

einander liegenden Zellen sind nämlich die sie trennenden Zwischenwände zum größten Teil verschwunden oder durchbohrt, und die so entstandenen „Gefäße" (Holz- und Bast- oder Siebgefäße) sind nun lange Röhren, die

sich zwischen anderen Geweben hinziehen und z. T. zur schnellen Beförderung gewisser Nährstoffe dienen.

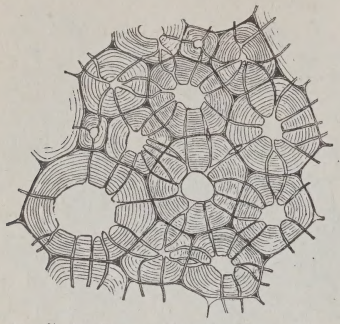


Fig. 10. Steinzellen mit Porenkanälen aus dem Fruchtfleisch der Birne.

Um in den Holzgefäßen dem Seitendruck auf diese langen Schläuche zu widerstehen, sind die Wände dieser Gefäße meistens verdickt. Nach den eigentümlichen Verdickungen unterscheiden wir Tüpfel-, Ring-, Spiral- ꝛc. Gefäße (Fig. 9 s, t, sb).

6. Zwischenzellräume. Die Zellwände der verschiedenen älteren Zellgewebearten schließen nicht vollständig dicht aneinander, sondern lassen kleine Hohlräume zwischen sich: die Zwischenzellräume, die miteinander in Verbindung stehen und ein vollständiges weitverzweigtes Netz in der ganzen Pflanze bilden (Fig. 1 i, S. 2).[1])

§ 3. Gewebesysteme.

Betrachten wir einen starken Blattstiel, so finden wir ihn von einer lockeren Haut umgeben, während das Innere eine mehr oder weniger gleichförmige Grundmasse zeigt, in welcher wir durch Schaben mehrere feste Stränge freilegen können. Darnach unterscheiden wir das Hautgewebe, das Grundgewebe und die Gefäßbündel.

1. Das **Hautgewebe** oder die Oberhaut hat den Zweck, die inneren Pflanzenteile zu schützen, und zwar 1. gegen Austrocknen, 2. gegen zu schnelle Aufnahme von zu viel Wasser, 3. gegen das Eindringen von schädlichen Pilzen, 4. gegen den Angriff tierischer Feinde (z. B. der Bienen bei süßen Früchten). Die Oberhaut besteht aus einer Schicht von tafelförmigen Zellen, die dicht aneinander schließen (Fig. 11, S. 9, und Fig. 12, S. 10).

Die Außenzellwand ist mit Korkstoff durchtränkt, der sie undurchdringlich für Wasser macht, und außerdem von einer feinen Korkschicht überzogen. Darüber liegt oft noch eine feine Wachsschicht, z. B. bei Weinbeeren, Äpfeln ꝛc., die das Benetzen verhindert.

[1]) Die Zwischenzellräume verursachen es auch, daß die Pflanzenteile nicht durchscheinend sind. Sie werden aber durchscheinend, wenn sich diese Hohlräume mit Wasser füllen; wie ein frischer Schneeball undurchsichtig ist, aber durchscheinend wird, wenn sich die Räume zwischen den Schneekörnern mit Wasser füllen. Deshalb ist ein gefrorenes Blatt durchscheinend, ebenso das Fleisch eines kranken Apfels, da hier die Zwischenzellräume mit Wasser gefüllt sind.

Wird die Oberhaut des Apfels, etwa durch Anschlagen, verletzt, so hört der Schutz auf; der Zellsaft kann austreten und das Eindringen von Fäulnispilzen wird ermöglicht.

Einen verstärkten Schutz kann die Oberhaut durch auf ihr sich vorfindende Haare gewähren. Diese bilden sich aus den Oberhautzellen, umgeben besonders die wachsenden jungen Pflanzenteile, z. B. die Knospen, mit einem dichten Filz und verhindern ihr Austrocknen. Einen Schutz gegen Tiere bilden auch die Brennhaare der Nessel. Die Klimmhaare des Hopfens dienen zum Festklammern der Ranken, und die mit stark-riechendem Öle gefüllten Drüsenhaare dieser und anderer Pflanzen in der Regel zum Anlocken der Insekten.

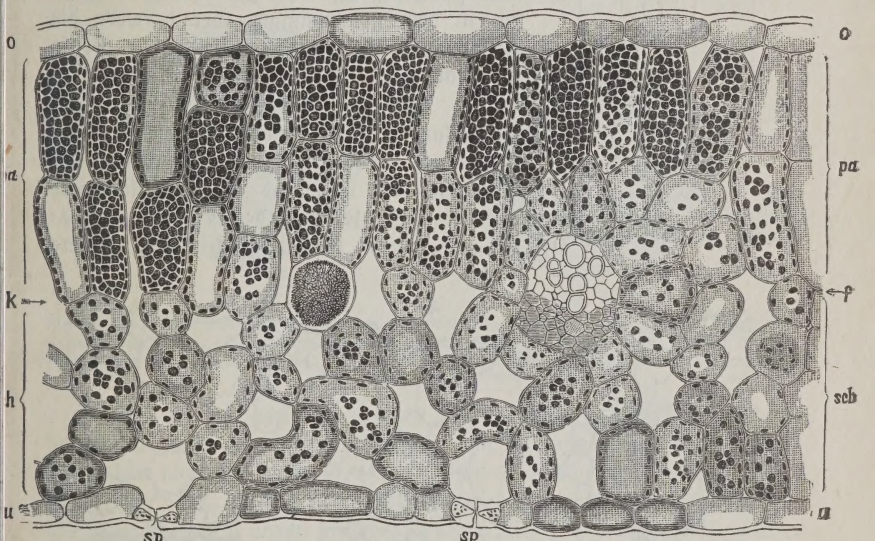


Fig. 11. Querschnitt durch das Blatt der Rübe (Beta vulgaris). o und u Ober- und Unterhaut, pa die dicht mit Blattgrünkörperchen gefüllten Palisadenzellen, sch lockeres Schwammparenchym, dazwischen große Zwischenzellräume, in die durch die Spaltöffnungen sp die äußere Luft eindringt. Bei f ein Gefäßbündel, einen Blattnerv darstellend.

Die Spaltöffnungen zeigen sich gleichfalls in dem Hautgewebe und sind für das Leben der Pflanzen von großer Bedeutung. Es sind dies kleine Öffnungen in der Oberhautdecke, die, von zwei Schließzellen umgeben, von der Luft aus in die dahinter gelegenen Hohlräume zwischen den grünen Zellen führen (Fig. 11 und Fig. 12 sp).

Sie finden sich in allen grünen Pflanzenteilen, ganz besonders zahlreich an den Blättern, und zwar hauptsächlich auf ihrer Unterseite.

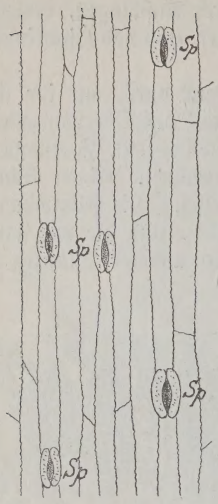


Fig. 12. Oberhaut des Hyacinthenblattes in der Flächenansicht. Sp Spaltöffnungen.

So weist z. B. ein Apfelblatt 350000 bis 400000 Spaltöffnungen auf, ein Rebblatt etwa $3^1/_2$ Millionen.

2. Das **Grundgewebe** besteht meistens aus Parenchymzellen, ist je nach seiner Aufgabe in den verschiedenen Pflanzenteilen von verschiedener Bedeutung und hat daher auch in seiner Ausbildung verschiedene Formen. (So dient es in dem Blatt, wo es von den blattgrünhaltigen Zellen gebildet wird, zur Assimilation, im Stengel zur Zuckerleitung, Festigung 2c.) Im Stengel lagern sich in dem gleichmäßigen Grundgewebe die Gefäßbündel ein (Fig. 13, 14 und 15), ebenso im Blatt (Fig. 11 f).

3. **Die Gefäßbündel.** Wenn wir ein Blatt der bekannten Wegebreitpflanze (Plantago) abreißen, so werden an der Rißfläche, oft weit aus dem Grundgewebe des Blattstengels oder des Blattes heraushängend, feste und ziemlich dicke, hellere

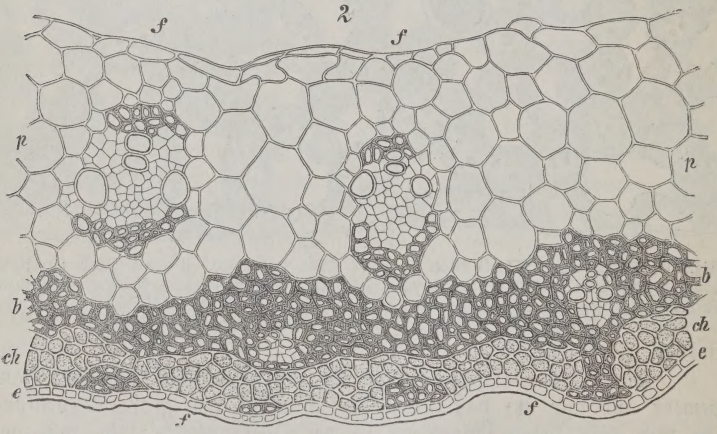


Fig. 13. Querschnitt durch den Roggenhalm; innen die große Markhöhle, e Oberhaut, ch Parenchym blattgrünhaltig, p Markparenchym.

Stränge sichtbar, die Gefäßbündel. Es sind dies, wie der Name sagt, Bündel von den oben beschriebenen schlauchartigen Gefäßen,

die Stengel und Blätter durchziehen, sich mehr oder minder verzweigen und bei den Blättern die Blattadern oder Blattnerven bilden.

Die Gefäßbündel bestehen aus Gefäßen, zwischen denen Prosenchym- und Parenchymzellen eingelagert sind. In jedem Gefäßbündel finden sich nach der Stengelmitte zu verdickte Gefäße, das Holz, und nach der Rinde zu Siebgefäße, der Bast (Fig. 8 u. 9 X u. P, S. 7).

Bei einem Teile der Pflanzen (den zwei- und mehrsamenlappigen) liegt zwischen Holz und Bast eine Schicht von reich mit Protoplasma erfüllten dünnwandigen Zellen, das Cambium. Indem diese Zellen sich senkrecht teilen, wird fortwährend nach innen zu neues Holz und nach außen neuer Bast gebildet (Fig. 8 u. 9c, S. 7).

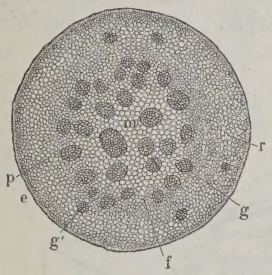


Fig. 14.

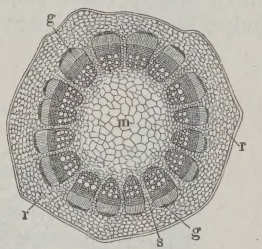


Fig. 15.

Fig. 14. Querschnitt durch den Stengel einer einsamenlappigen Pflanze. Fig. 15. Desgl. durch den Stengel einer zweisamenlappigen Pflanze. e Oberhaut, p Grundgewebe, r Rinde, m Mark, g Gefäßbündel. (Bei Fig. 14 zerstreut liegend, bei Fig. 15 in Gestalt eines konzentrischen Kreises angeordnet.)

Bei den einsamenlappigen ist zwar auch ein solches Cambium vorhanden, aber es verliert frühzeitig seine Teilungsfähigkeit und kann daher hier nicht zur Bildung neuen Holzes und neuen Bastes beitragen.

Wir sehen also, daß die Gefäßbündel der zwei- und mehrsamenlappigen Pflanzen durch die fortgesetzte Teilung ihrer Cambiumzellen in die Dicke wachsen können, während dies für die Gefäßbündel der einsamenlappigen Pflanzen nicht gilt.

Auf dem Querschnitt des jungen Stengels einer mehrsamenlappigen Pflanze erscheinen die Gefäßbündel in einen Kreis geordnet. Die außerhalb dieses Kreises liegenden Teile des Grundgewebes heißen Rinde, die innerhalb des Kreises befindlichen werden Mark genannt, die zwischen den Gefäßbündeln liegenden, die Verbindung zwischen Rinde und Mark herstellenden werden als Markstrahlen bezeichnet (Fig. 15).

Die Stengel einer einsamenlappigen Pflanze dagegen zeigen auf dem Querschnitt eine ganz unregelmäßige Verteilung der Gefäßbündel in dem Grundgewebe (Fig. 13 u. 14).

§ 4. Aufbau der einzelnen Pflanzenteile.

1. **Bau des Stengels.** Bei weiterem Wachstum des Stammes entstehen in den Markstrahlen, die ursprünglich als Wände die Gefäßbündel trennen, neue Gefäßbündel, so daß einerseits die Markstrahlen als Wände verschwinden, anderseits die Gefäßbündel dicht zusammenkommen und die Hauptmasse des Stammes ausmachen. Ebenso wie sich in den Markstrahlen neue Gefäßbündel bilden, entstehen auch zwischen diesen neue zahlreiche Markstrahlen, die aber nicht mehr als breite Wände, sondern als schmale Strahlen auftreten (Fig. 16 1, 2, 3, 4 . . .).

Dasjenige Holz, welches im Frühjahr gebildet wird, enthält mehr Gefäße und ist daher weicher; das Herbstholz dagegen besitzt mehr Holzfasern und ist daher dichter und fester. Auf dieser Verschiedenheit des Holzes beruhen die Jahresringe.

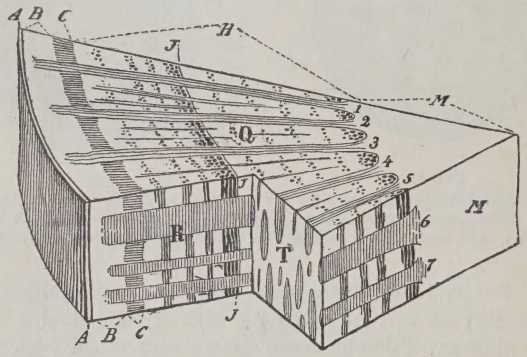


Fig. 16. Schematische Darstellung eines älteren dikotylen Stammes; A Rinde mit Kork, B Bast, C Cambium, H Holz, J Jahresring, 1, 2, 3 M Markstrahlen, M Mark, Q Querschnitt, R Radialschnitt, T Tangentialschnitt.

Die anfangs noch mit Plasma versehenen Holzzellen verlieren dasselbe bald, die Wandungen verholzen und das Innere wird mit Luft gefüllt. Die langgestreckten und dickwandigen Prosenchymzellen des Holzes und Bastes verleihen der Pflanze Festigkeit.

In den Markstrahlen wird im Sommer Stärke als Vorrat für die Ernährung der Cambiumzellen abgelagert.

Die Rinde verändert sich ebenfalls beim Wachstum. Die äußere Haut wächst nicht weiter, sondern platzt durch den Druck des innen weiter wachsenden Stammes. Damit wäre der äußere Schutz verloren, aber es haben sich schon im Herbst des ersten Jahres in den Rinden-

zellen neue und zwar verkorkte Zellen gebildet; die außerhalb dieser Korkschicht gelegenen Zellen werden dadurch von der Ernährung abgeschnitten und sterben schließlich ab. Dadurch bildet sich die Borke. Diese Borke reißt weiter, dem inneren Druck des Wachstums nachgebend, und wird schließlich außen in Form von Schuppen und Fasern abgestoßen.

2. **Bau des Blattes.** Das Blatt enthält alle 3 Gewebesysteme: Haut-, Grundgewebe und Gefäßbündel, die alle so angeordnet

Fig. 17. Wurzelhaube des englischen Raigrases (Lolium perenne). Die äußeren Zellen werden fortwährend abgestoßen, indem sich die Wurzelhaube von innen her verjüngt. Stark vergrößert. (Nach Nobbe.)

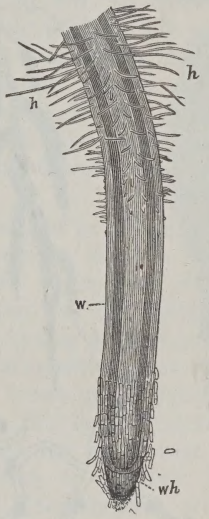


Fig. 18. Endteil einer Wurzel des Weizens (Triticum vulgare). w Wurzelkörper, wh Wurzelhaube, hh Wurzelhaare. Vergrößerung 15fach.

sind, daß das Blatt einen dünnen Körper mit möglichst großer Oberfläche darstellt, damit das Licht zu allen blattgrünhaltigen Zellen hingelangen könne (Fig. 11, S. 9).

Die beiden Außenflächen werden von der Oberhaut gebildet, die besonders auf der Unterseite von zahlreichen Spaltöffnungen durchbrochen wird.

Die Hauptmasse besteht aus Grundgewebe, dessen Zellen zahlreiche Blattgrünkörperchen enthalten. Sie lassen in der unteren Blatthälfte große Hohlräume zwischen sich, die durch die Spaltöffnungen mit der Außenluft in Verbindung stehen.

Die Gefäßbündel durchziehen das Blatt als Blattadern und endigen in ihren letzten Verzweigungen zwischen den Zellen des Grundgewebes.

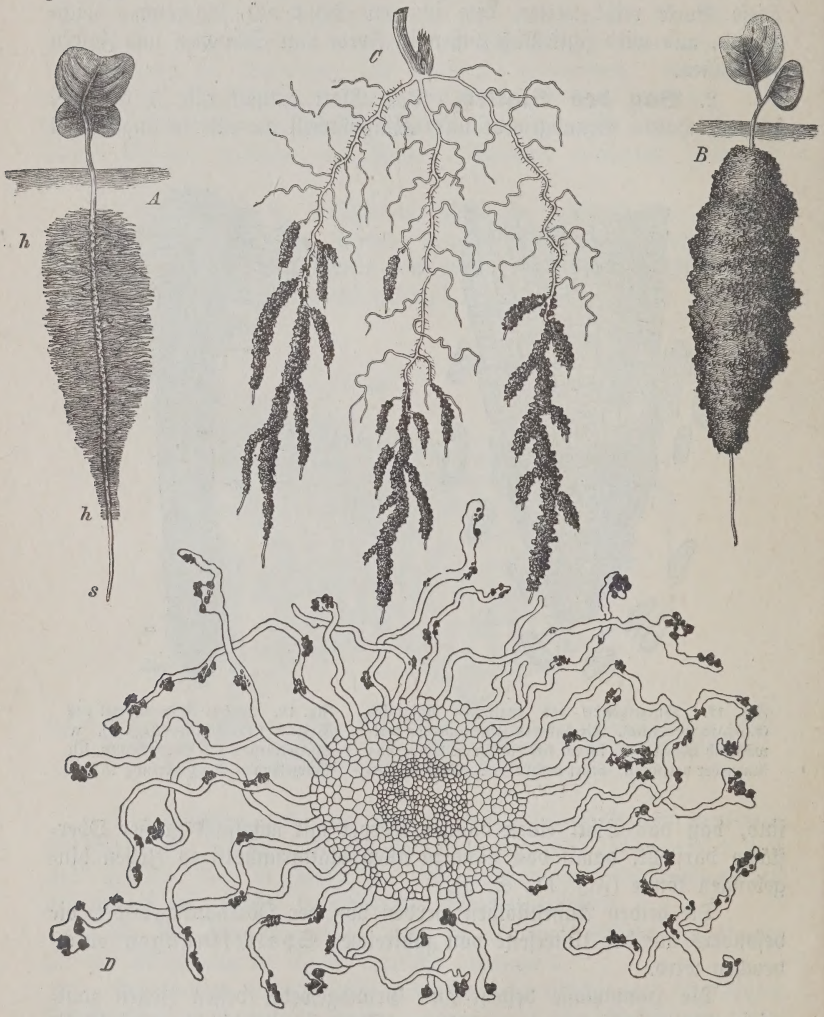


Fig. 19. Die Wurzel mit den Wurzelhaaren. A Keimpflanze von Raps mit den Wurzelhaaren hh. B Dieselbe Keimpflanze mit dem durch die Wurzelhaare festgehaltenen Höschen von Bodenteilen. C Wurzeln einer Getreidepflanze, die jüngeren Wurzelzweige gleichfalls mit den Höschen. D Querschnitt einer Wurzel mit ihren aus den Oberhautzellen wachsenden Wurzelhaaren, deren Verwachsung mit Bodenteilchen sichtbar ist.

3. **Der Bau der Wurzel.** Die Wurzeln sind dem Stamm in seinem Aufbau nahe verwandt, doch haben sie keine blattgrünhaltigen Zellen, tragen keine Blätter, endigen in einer, den wachsenden Scheitel bedeckenden Wurzelhaube und wachsen nach unten. (Fig. 17 und 18, S. 13.) Die Wurzel zeigt wie der Stamm alle drei Gewebesysteme: die Oberhaut, das Grundgewebe und die Gefäßbündel. Die Oberhaut besteht in allen älteren Wurzelteilen aus verkorkten Grundgewebezellen (Korkzellen). Im parenchymatischen Grundgewebe liegen, und zwar in der Mitte, die Gefäßbündel. Die Spitze der Wurzel, also der Teil, der durch Zellenneubildung weiter wächst, ist mit der sogenannten Wurzelhaube bedeckt. Diese besteht aus Zellschichten, die aus den äußeren Schichten des Bildungsgewebes der Wurzelspitze immer neu gebildet werden, die Wurzelspitze wie eine Haube bedecken und durch ihre schleimige Beschaffenheit das Eindringen der Wurzel zwischen die Bodenteilchen erleichtern. Die wachsende Spitze unter der Wurzelhaube erzeugt durch Zellteilung die Oberhaut, das Grundgewebe und die Gefäßbündel.

Wichtig ist es, die Ausbildung der Oberhaut zu kennen. Die an der Wurzelspitze gebildeten Oberhautzellen erweitern sich zum Teil nach außen und entwickeln sich schließlich zu den sogenannten Wurzelhaaren, d. h. zu dünnen, feinen Schläuchen, die sich zwischen den Bodenteilchen einschieben und sich dicht an dieselben anschmiegen. Die mit den Wurzelhaaren bedeckten jungen Wurzelteile zeigen darum „die Wurzelhose". (Fig. 19, S. 14). Sie dienen zur Aufnahme des Wassers und der darin gelösten Nährstoffe. Mit dem fortschreitenden Wachstum der Wurzel werden von der Spitze aus immer neue Haare gebildet. Die älteren Haare sterben allmählich ab, nachdem sie der Nahrungsaufnahme gedient haben, und die Oberhautzellen verkorken.

B. Das Leben der Pflanze.

a) Die Ernährung.

§ 5. Die Bestandteile der Pflanze.

Wenn wir Aufschluß über die Stoffe haben wollen, deren die Pflanze zu ihrer Ernährung bedarf, so müssen wir zu erforschen suchen, aus welchen Stoffen die Pflanze zusammengesetzt ist.

Entreißen wir eine Pflanze dem Erdreich und lassen sie an der Luft, oder gar dem Sonnenschein ausgesetzt, liegen, so sehen wir sie welken und schließlich vertrocknen, d. h. das in der Pflanze enthaltene Wasser verdunstet. Die Pflanze enthält **Wasser** (40—90 Teile v. H.). Setzen wir die zurückbleibende **Trockensubstanz** bei Luftzutritt einer stärkeren Hitze aus, so verbrennt sie, indem sie Asche hinterläßt. Wir können also an ihr einen **verbrennlichen** (ungefähr 55 Teile v. H.) und einen **unverbrennlichen Bestandteil** (ungefähr 5 Teile v. H.) unterscheiden.

Die weitere chemische Untersuchung ergiebt, daß die verbrennliche oder organische Substanz aus den Grundstoffen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel und die unverbrennliche oder unorganische Substanz, die wir auch Aschen- oder mineralische Bestandteile der Pflanzen nennen, aus den Grundstoffen Kalium (Natrium), Calcium, Magnesium, Phosphor (Chlor, Eisen, Silicium, Mangan) besteht.

Frische Pflanzensubstanz.

Wasser.	Trockensubstanz.	
verbrennliche od. organische Substanz (wird bei der Verbrennung flüchtig):		unverbrennliche od. Aschensubstanz (bleibt in der Asche zurück):
Kohlenstoff		Kalium
Wasserstoff		Calcium
Sauerstoff		Magnesium
Stickstoff		Phosphor
Schwefel.		[Chlor]
		[Eisen]
		[Natrium]
		[Silicium]
		[Mangan].

Diese Grundstoffe, aus denen die Pflanze zusammengesetzt ist, muß sie von außen in sich aufnehmen; wir bezeichnen sie als die **Nährstoffe** der Pflanze.

Wesentliche und unwesentliche Nährstoffe. Alle Nährstoffe werden von der Pflanze durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen, mit Ausnahme des Kohlenstoffes, welcher der Pflanze unmittelbar aus der Luft zugehen kann. Die sogenannten Wasserkulturen, d. h. das Erziehen von Pflanzen in Wasser, in dem die verschiedenen Nährstoffe aufgelöst sind, haben uns darüber Auskunft gegeben, welcher von den Aschenbestandteilen sie unbedingt zu ihrer Ernährung bedürfen und welche sie zu ihrem Wachstum entbehren können. Man hat daraus das Natrium, das Mangan, das Silicium und das Eisen als unwesentlich für

die Ernährung der Pflanze erkannt, die übrigen Stoffe aber als wesentlich und notwendig.

Bedeutung der einzelnen Nährstoffe für die Pflanze. Die Wissenschaft forscht nach der Bestimmung der einzelnen Stoffe für das Leben der Pflanzen. Danach ist das Kalium zur Bildung von Stärke, Zucker 2c. (den sog. Kohlenhydraten) nötig, der Phosphor zur Bildung der Eiweißstoffe. Die letzteren bedürfen zu ihrem Aufbau des Stickstoffs.

Die Form, in der diese Stoffe von der Pflanze aufgenommen werden, ist die von Verbindungen und zwar von Salzen. Sie alle können jedoch nur in Wasser gelöst Aufnahme finden.

§ 6. Aufnahme der Nährstoffe durch die Wurzel.

1. **Die Wurzel als Aufnahmeorgan.** Fast alle höheren Pflanzen, zu denen auch unsere Kulturgewächse gehören, haben Wurzeln.

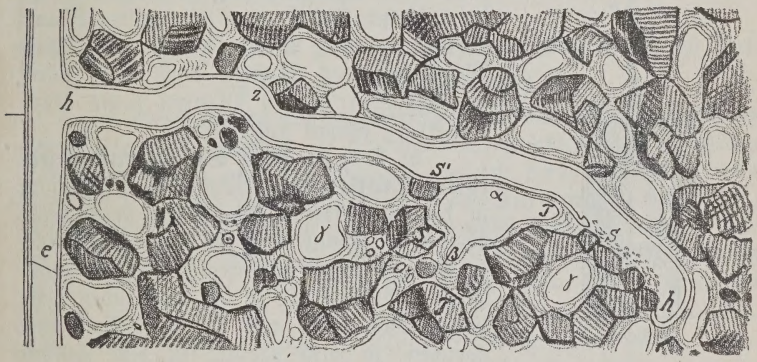


Fig. 20. Schema des Ackerbodens (nach Sachs).
e Oberhaut der Wurzel, h h Wurzelhaar bei z und s s mit Bodenteilchen verwachsen, β Wasserumhüllungen der Bodenteilchen S T, γ Luftblasen.

Nur die jungen Wurzeln und der untere Teil der älteren, soweit ihre Haut noch nicht verkorkt ist, können durch die zarten Wände der Oberhautzellen das Bodenwasser und die in ihm gelösten Nährstoffe, die „Bodenlösung", aufnehmen. Besonders günstig geschieht dies durch die Oberhautzellen, die, zu Wurzelhaaren ausgewachsen, der Bodenflüssigkeit eine sehr große Oberfläche bieten und mit den Bodenteilchen in enge Berührung treten (Fig. 19, S. 14, und Fig. 20, S. 17). Die jungen Wurzelfasern, welche die Nahrungsaufnahme bewirken, heißen deswegen auch Saugwurzeln.

2. Die **Nährstoffaufnahme** geht nach dem Gesetze der Diffusion vor sich, welche darin besteht, daß sich zwei verschiedene Flüssigkeiten (oder Gase), die sich berühren, allmählich durchdringen und mischen. Dieser Ausgleich findet auch durch eine pflanzliche oder tierische Haut statt (Diosmose).

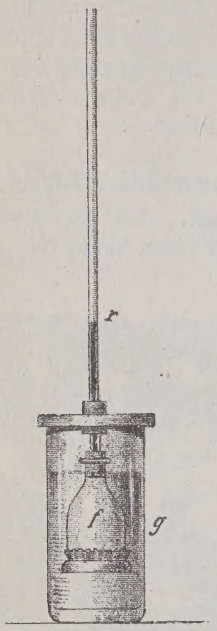


Fig. 21.

Das Endosmometer (Fig. 21) zeigt den Vorgang der Diosmose sehr deutlich, indem das in dem äußeren Gefäß g befindliche Wasser stark in das unten mit Tierblase verbundene innere Gefäß f, in dem sich eine Kupfervitriollösung befindet, eindringt. Dadurch wird der Inhalt in der Zelle f vermehrt und die Flüssigkeit steigt daher in der Röhre r aufwärts.

a) Auf diese Weise dringt das **Bodenwasser** durch die Wandungen der Wurzelhaare in das Innere der Zellen ein und wandert nun von einer Zelle in die andere durch die ganze Pflanze. Dabei wird eine solche Kraft entwickelt, daß das Wasser bis in die äußersten Spitzen auch der höchsten Bäume gehoben wird: Wurzeldruck. — Diese Wanderung des Wassers wird noch durch die besonders in den Blättern starke Verdunstung lebhaft unterstützt.

b) Die **in dem Bodenwasser gelösten Stoffe** gehen gleichfalls durch Diffusion in die Wurzelfasern über und nehmen ihren Weg in der Pflanze nach den Orten hin, wo sie zur Neubildung von Pflanzensubstanz verbraucht werden. Wird z. B. in der wachsenden Zelle einer Knospe Kali aus ihrem Zellsaft entnommen, so wird dadurch in dem Zellsaft das Gleichgewicht für Kali im Verhältnis zur Nachbarzelle gestört und es diffundiert aus dem Zellsaft dieser soviel Kali in die erste nach, bis die Stärke der Lösung in beiden wieder gleich geworden ist. Diese Störung des Gleichgewichts und der dadurch angeregte Ausgleich setzt sich durch alle Zellen abwärts bis in die Wurzel fort, wodurch nun auch die Neuaufnahme von Kali aus der Bodenflüssigkeit angeregt wird.

c) Die **Aufnahme der im Bodenwasser allein nicht löslichen Stoffe** geschieht ebenfalls durch Diffusion, jedoch nachdem die Pflanze durch eigene Thätigkeit die Lösung jener Stoffe befördert hat. Der Pflanzensaft ist sauer und die Wurzeln scheiden Kohlensäure und wahrscheinlich noch eine andere Säure aus, die lösend auf die Bodenteilchen wirken. Den Beweis dafür liefert uns eine polierte Marmorplatte, über welche man eine Pflanze hat wachsen lassen; denn

alsdann zeigt dieselbe überall an den Berührungsstellen der Wurzeln deutliche Vertiefungen.

In dieser Weise nimmt die Pflanze alle ihr in der Bodenflüssigkeit gebotenen Stoffe auf (auch solche, deren sie nicht notwendig zu ihrem Aufbau bedarf), aber sie nimmt von jedem dieser Stoffe nur soviel auf, als sie wirklich verbrauchen kann. Dieses Vermögen der Pflanze heißt das **quantitative Wahlvermögen.**

Wenn eine Pflanze sich in regelrechter Weise entwickeln soll, so braucht sie von jedem ihrer Aschenbestandteile eine gewisse geringste Menge (ein Minimum), die für jede Pflanzenart aber verschieden ist. Fehlt ihr von den wesentlichen Nährstoffen auch nur einer, so kann sie nicht gedeihen. Hat sie alle Nährstoffe genügend zur Verfügung, mit Ausnahme eines einzigen, so wird sie nur in dem Maße wachsen, als ihr dieser zugeführt wird.

Das **Gesetz des Minimums,** welches für die Düngung der Pflanzen von großer Wichtigkeit ist, lautet demnach: das Wachstum der Pflanzen richtet sich nach demjenigen Nährstoff, der ihnen im Minimum geboten wird.

§ 7. Die Herstellung der organischen Substanz in der Pflanze (Assimilation).

Die **Herstellung der organischen Substanz in der Pflanze (Assimilation)** geschieht in den mit Blattgrünkörperchen versehenen Zellen der Blätter und des Stengels, indem unter Einfluß von Licht und Wärme aus Kohlensäure der Luft und dem Wasser, das aus den Wurzeln hochsteigt, Stärkemehl gebildet wird. Dabei wird freier Sauerstoff ausgeschieden. Ohne das Blattgrün, das sich nur im Licht bildet, findet keine Assimilation statt, ebenso wenn die Wärme fehlt, welche die Kraft zu allen Lebensvorgängen zu geben hat.

Kohlensäure + Wasser (+ Kraft) = Stärke + Sauerstoff.

$$6CO_2 + 5H_2O = C_6H_{10}O_5 + 6O_2.$$

Die Kohlensäure, welche (zu 0,04 %) in der atmosphärischen Luft enthalten ist, gelangt mit dieser durch die zahlreichen Spaltöffnungen in das Innere des Blattes. (Vgl. § 4, 2. S. 13: Bau des Blattes, und Fig. 11, S. 9.)

Wie die Wärme, so ist auch das Licht eine Hauptbedingung für die Assimilation. Eine Pflanze oder ein Blatt, die sich im Dunkeln befinden, können nicht assimilieren; ein stärker belichtetes Blatt wird mehr Stärke bilden, als ein schwächer belichtetes. Trübe Jahre erzeugen weniger Stärke als sonnige. Deshalb bleiben in solchen z. B. die Kartoffeln auch stärkeärmer.

Die Stärke ist also der **erste** organische Körper, den die Pflanze aus den unorganischen Stoffen Kohlensäure und

Wasser herstellt. Sie bildet den Ausgangspunkt für die Bildung aller anderen organischen Stoffe in der Pflanze.

Die meisten Schmetterlingsblütler, z. B. die Lupinen, können unter Beihülfe eines in den Wurzelknöllchen lebenden Bakteriums den Stickstoff der atmosphärischen Luft zum Aufbau der organischen Stoffe verwenden; sie heißen deshalb „Stickstoffsammler".

§ 8. Verwendung der gebildeten organischen Substanz.

Die Stärke muß, da sie in Wasser nicht löslich ist, in einen löslichen Körper umgewandelt werden, damit sie aus den rings geschlossenen Blattzellen nach den Stellen des Verbrauchs wandern könne. Indem sie Wasser aufnimmt, verwandelt sie sich in Zucker:

Stärke + Wasser = Traubenzucker

$C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{12}O_6$.

Die Wanderung des Zuckers nach den Stellen des Verbrauchs geschieht abermals durch Diffusion, indem die Zellsaftlösung in den Zellen, wo Zucker verbraucht wird, verdünnter geworden ist und dadurch ein Strom nach jenen Zellen entsteht.

Die **Arten des Verbrauchs** sind folgende:

a) Die **Bildung neuer Zellen** findet statt, indem der Zucker in die zum Aufbau der einzelnen Zellteile erforderlichen Verbindungen umgewandelt wird. Solche Verbindungen sind Eiweiß, Zellstoff, Korkstoff, Holzstoff u. a. Die Örtlichkeiten dieser Neubildung, nach denen der Zucker hinwandert, sind alle wachsenden Pflanzenteile, vorzugsweise die Knospen, die Stammspitze, die Wurzelspitze, das Cambium, die Blüten und schließlich die Frucht bezw. der Same.

b) Ein weiterer Verbrauch von Zucker geschieht dadurch, daß in Wurzeln, Knollen, Zwiebeln, dem Mark des Stengels, dem Samen, Zucker selbst oder gewisse Stoffe, die aus dem Zucker entstehen, **als Vorrat für künftiges Wachstum abgelagert** werden. Solche Stoffe sind Stärke (die aus dem Zucker wieder zurückgebildet wird), Zellstoff, Fett (Öl) u. a.

c) Schließlich wird ein großer Teil des Zuckers zur **Atmung** verbraucht. Unter Atmung versteht man den Vorgang in allen lebenden Zellen der Pflanze, bei welchem besonders Zucker und Stärke durch den Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure und Wasser unter Entwicklung von Wärme verbrannt wird. Die Atmung findet stets, also auch des Nachts statt. Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft muß dabei den Pflanzen in allen ihren lebenden Teilen zugänglich sein. Die Zellen der oberirdischen Pflanzenteile erhalten den Sauerstoff der Luft durch Vermittelung der Spaltöffnungen und der Zwischenzellräume. Damit die Wurzeln atmen können, muß stets der Boden dem Luftzutritt offen

gehalten werden. Ist der Boden durch übermäßige Nässe oder durch eine Kruste abgeschlossen, so kränkeln die Wurzeln, das Wachstum steht still, oder die Wurzeln sterben sogar ab und faulen dann.

Zucker + Sauerstoff = Kohlensäure + Wasser (+ Kraft)

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O.$

Auch die Zellen der im Ruhezustand befindlichen Pflanzenteile, wie die der Samen, Knollen, Wurzeln und Zwiebeln, atmen, und zwar auf Kosten der in ihnen abgelagerten Vorratsstoffe; deshalb empfiehlt es sich bei technischer Verwertung der Kartoffeln, Rüben u. dergl., dieselbe möglichst früh vorzunehmen.

Die durch die Atmung erzeugte Wärme ist die Kraftquelle für alle Lebensvorgänge in der Pflanze, wie ja auch beim Menschen und Tiere durch die Atmung Wärme und dadurch Kraft erzeugt werden muß, falls nicht der Tod eintreten soll. Diese durch die Atmung erzeugte Kraft dient vor allem zur Einleitung und Fortführung der Neubildung von Zellen. Daher sehen wir, daß da, wo diese Neubildung starkes Wachstum hervorruft, wie bei der Keimung von Samen (Malzbereitung), bei Ausbildung von Blüten (Cactus, Aroideen) ꝛc., die Wärmeentwicklung durch die Atmung besonders bemerkbar und nachweisbar wird.

Schon oben wurde gesagt, daß auch zur Assimilation in den grünen Zellen Kraft, d. h. Wärme, notwendig ist, daher ist auch in diesen Zellen die Atmung stark, und es wird dazu ein großer Teil der neugebildeten Stärke bezw. des sich daraus bildenden Zuckers verbraucht. Die Atmung geht aber auch in den Zellen vor sich, die nicht assimilieren. Daraus folgt, daß Zweige und Blätter eines Baumes, die im Schatten stehen, die also, da sie des nötigen Lichtes entbehren, nicht Stärke erzeugen können, gewissermaßen als Schmarotzer dem Baum schaden; denn sie atmen von dem in den belichteten Blättern erzeugten Zucker, ohne selbst mitzuarbeiten. Solche Zweige und Blätter müssen somit entfernt werden.

Dabei ist zu bemerken, daß die Assimilation, die ja nur im Licht, also bei Tage vor sich geht, sehr viel mehr Stärke erzeugt, als zur Atmung verbraucht wird.

1 qm Blattfläche braucht für den Tag etwa 3—4 g Stärke zur Atmung. In 12 Stunden kann diese Blattfläche in hellem Sonnenlicht aber ungefähr 20 g Stärke durch Assimilation erzeugen, so daß noch etwa 16 g Stärke zur Neubildung von Pflanzenteilen und zur Ablegung als Vorratsmasse verfügbar bleiben.

Eine andere Art der Atmung, die sog. intramolekulare Atmung, geht neben der Sauerstoffatmung her. Sie findet im Gegensatz zu dieser ohne Sauerstoff statt und besteht in dem Zerfall des Zuckers in Äthylalkohol (Weingeist) und in Kohlensäure nach der Gleichung

$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$

Zucker = Alkohol + Kohlensäure,

wie sie bei vielen Gärungen regelmäßig auftritt.

b) Die Blüte.

§ 9. Die Bestandteile der Blüte.

Die **Blüte** besteht, wenn wir von den mitunter fehlenden oder verkrüppelten, unwesentlichen Teilen, dem Kelche und der Blumenkrone,

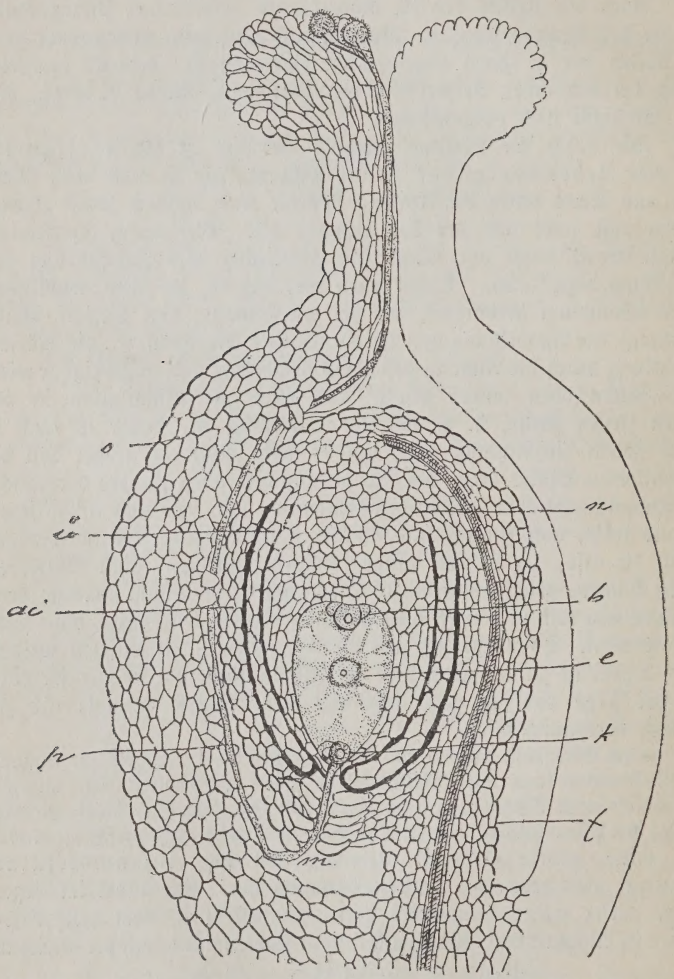


Fig. 22. Schematische Darstellung des Fruchtknotens und der Samenknospe im Augenblick der Befruchtung; o Fruchtknoten, auf ihm der Griffel mit der Narbe. Auf der Narbe liegen zwei Blütenstaubkörner, die einen Schlauch p durch die Griffelröhre zur Samenknospe getrieben haben; n der Eikern mit dem Embryosack e.

absehen, aus den Staubblättern und den Fruchtblättern. Die Staubblätter erzeugen in ihren Beuteln den Blütenstaub (Pollen). Die Fruchtblätter bilden einen oder mehrere Fruchtknoten, in deren Innern sich eine oder mehrere Samenknospen befinden. Durch auf die Narbe (den oberen Teil des Fruchtknotens) gelangte Pollenkörner werden die Samenknospen befruchtet und wachsen dann durch freie Zellbildung (vgl. § 1 Nr. 4, S. 2) im Innern zu Samen heran (Fig. 22).

c) Die Ausbildung des Samens. — Das Reifen.

§ 10. Samenbildung. — Reife.

Durch Zellbildung im Innern der Samenknospe entsteht der **Samen,** dessen Teile 1. die Schale, 2. der Keimling und 3. der Mehlkörper sind. Die Schale hat den Zweck, das Korn vor ungünstigen äußeren Einflüssen zu schützen. Der Keimling ist die Anlage der späteren Pflanze und zeigt schon deutlich das Würzelchen, das Federchen (den künftigen Stengel) und einen oder mehrere Samenlappen. Der Mehlkörper, welcher Vorratsstoffe (Eiweißstoffe, Stärke, Zellstoff, Fett) enthält, soll dem Keimling während der Keimung zur Nahrung dienen (Fig. 23).

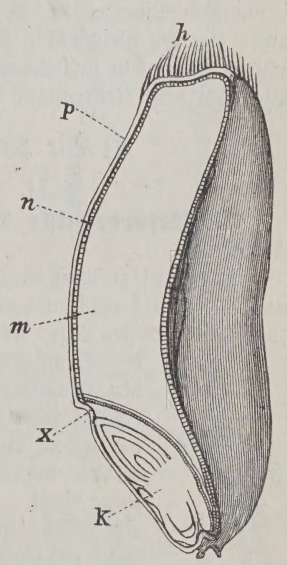


Fig. 23. Längsschnitt durch ein Weizenkorn (Triticum vulgare). k Keimling, m Mehlkörper, n Kleberschicht, p Schale. (Vergr. 10fach.)

Wenn der Mehlkörper nicht zur Ausbildung gelangt, so übernehmen an seiner Stelle die Vorratsstoffe der Keimblätter oder Samenlappen die Ernährung des Keimlings.

Während des Reifens der Samen, besonders unsrer Kulturpflanzen, unterscheiden wir als aufeinanderfolgende Zustände: die Milchreife, die Gelbreife, die Vollreife und die Totreife. Bei der Milch- oder Grünreife zeigt die Pflanze noch grüne Teile; die Einwanderung der Vorratsstoffe in den Samen ist noch nicht vollendet. Da der Inhalt des Samenkorns noch milchig ist, schrumpft er, falls es in diesem Zustande geerntet wird, beim Trocknen zusammen. Bei der Gelbreife ist die Einwanderung der Vorratsstoffe eben vollendet, der gelbliche Inhalt des Samens ist fest geworden; das

Samenkorn schrumpft nicht mehr zusammen und die Ernte kann beginnen. Beim Roggenkorn erkennt man das Eintreten der Gelbreife daran, daß das Korn beim Biegen über den Fingernagel bricht, bei vielen andern Samen an der gelben Farbe auf dem Querschnitt. Die Vollreife läßt den Inhalt des Samenkorns an wertvollen Vorratsstoffen nicht reicher, ihn aber mehlig, weiß und ganz fest erscheinen. Das Roggenkorn ist dabei so zäh, daß es über den Fingernagel nicht mehr brechen will. Die Totreife läßt das Innere des Korns ähnlich wie bei der Vollreife erscheinen; die Körner fallen aber, wenigstens bei unsern Feldfrüchten, sehr leicht aus. Die Ernte ist in diesem Reifezustand nur unter Körnerverlust möglich. Das Roggenkorn bricht wieder über den Nagel, aber unter hörbarem Knacken. Als richtiger Zeitpunkt der Ernte für die Körnerfrüchte sind daher je nach der größeren oder geringeren Neigung zum Ausfallen die Gelb- und die Vollreife anzusehen. Der Übergang vom Wachsen zur Reife findet bei manchen Pflanzen (z. B. bei unseren Halmgetreidearten) für alle Samen ziemlich gleichmäßig statt, bei andern (z. B. bei vielen Hülsenfrüchten) jedoch sehr ungleichmäßig, so daß wir uns für den Beginn der Ernte nach dem Reifezustand der Mehrzahl der Körner richten müssen.

d) Die Keimung des Samens.

§ 11. Die Keimung.

Die **Erfordernisse der Keimung** sind Wasser, Sauerstoff und Wärme.

Das Wasser muß der Samen aus dem feuchten Boden erhalten. Den Sauerstoff entnimmt er der im Boden enthaltenen und auch im Bodenwasser gelösten Luft. Der Sauerstoff dient hauptsächlich zur Atmung des Samenkorns, wodurch Wärme und damit die zu den Wachstumsvorgängen der Keimung nötige Kraft erzeugt wird. Doch muß zum Beginn der Keimung von vornherein ein gewisser Grad Wärme vorhanden sein, die der durch die Sonne erwärmte Boden dem Samenkorne bietet. Für jede Pflanzenart giebt es als Grenze eine höchste und eine niedrigste Keimtemperatur, über und unter welcher die Keimung nicht mehr möglich ist, ebenso eine günstigste Keimtemperatur, die der höchsten näher als der niedrigsten liegt.

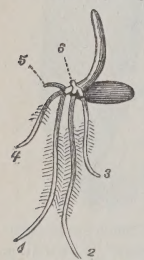


Fig. 24. Keimung des Weizens.

Die **Vorgänge bei der Keimung** sind folgende. Das Samenkorn — denken wir uns als Beispiel ein Weizenkorn — nimmt Wasser auf, indem es dabei bedeutend an Größe zunimmt: es quillt auf. Dadurch wird allmählich der Mehlkörper in eine milchige Masse verwandelt, in der sich die Vorratsstoffe, besonders das Stärke-

mehl, unter Einfluß der Diastase[1]) in eine Form (Dextrin und Zucker) umwandeln, in welcher sie zum Aufbau der bei der Keimung neu entstehenden Pflanzenteile dienen können.

Der so erwähnte Keimling wächst nun und entwickelt zwei Triebe: das Würzelchen und das Federchen. Das letztere wächst nach oben und bildet den späteren Stamm. Das Würzelchen wächst nach unten und erzeugt die ersten Wurzeln. (Fig. 24.)

Bei den mehrsamenlappigen Pflanzen, in deren Samen die Vorratsstoffe in den Samenlappen aufgespeichert sind, wachsen diese fast immer mit dem jungen Stengel aus dem Boden heraus, indem sie fortwährend die Nährstoffe für die wachsende Pflanze liefern, und breiten sich als die ersten Blätter, die Keimblätter, aus. (Fig. 25.)

Wir unterscheiden also drei Vorgänge bei der Keimung, nämlich das Quellen, die Bildung der milchigen Flüssigkeit und das Wachsen des Keimlings. Wir haben uns indessen diese drei Vorgänge so zu denken, daß sie nicht nacheinander, sondern mehr oder weniger zu gleicher Zeit sich vollziehen.

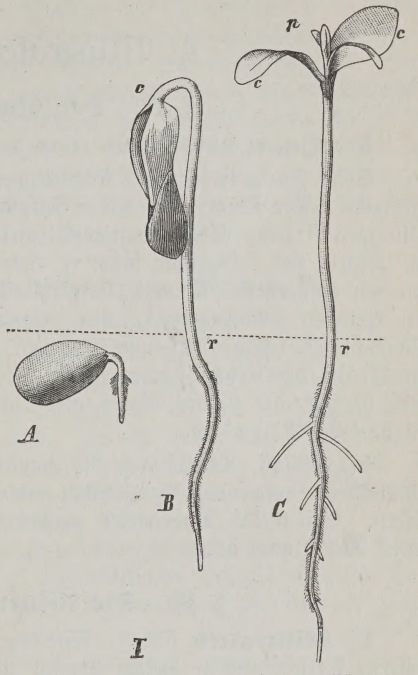


Fig. 25. Keimung des Leins. A Das Würzelchen ist soeben aus dem Samen hervorgewachsen. B Die junge Wurzel ist tiefer in den Boden eingedrungen, der junge Stengel hat sich verlängert und die Samenlappen c über den Boden hochgehoben. Die Samenschale wird oben abgestreift. C Die Samenlappen c haben sich ausgebreitet und der eigentliche Stengel p fängt an sich zu entwickeln.

[1]) Die Diastase ist ein Ferment, d. h. gehört zu jenen organischen, eiweißartigen Verbindungen, die gewisse organische Stoffe in andere chemische Verbindungen zu verwandeln vermögen. Weil sie ebenfalls die Ursache der verschiedenen Gärungserscheinungen sind, nennt man sie auch Gärungserreger. Dahin gehört außer der Diastase auch z. B. die Hefe.

II. Bodenkunde.

A. Mineralogie.

§ 12. Der Quarz.

Der **Quarz** besteht aus reiner wasserfreier Kieselsäure (SiO_2).

Seine Form ist die einer sechsseitigen Säule mit einer sechsseitigen Pyramide. Der Quarz hat einen fettglänzenden und muscheligen bis splitterigen Bruch. Er ist wasserhell (farblos), doch kommt er mannigfach gefärbt vor. Hiernach führt er auch besondere Namen; so nennt man den wasserhellen Quarz „Bergkrystall", den weißen „Milchquarz", den rötlichen „Rosenquarz", den braun oder rauchig aussehenden „Rauchquarz" (auch „Rauchtopas"), den violetten Quarz „Amethyst". Der Glanz der Krystallflächen ist ein Glasglanz. Die Härte ist sehr groß, so daß der Quarz härter als Stahl und nach den Edelsteinen das härteste Mineral ist.

Bergkrystall, Milchquarz, Rosenquarz und Amethyst werden als Schmucksteine verwendet, Bergkrystall auch zur Herstellung von Brillengläsern. Bei vielen Bodenarten gehört ein großer Teil der Bodenkörner dem Quarz an.

§ 13. Die Mineralien.

Die **Mineralien** sind — feste oder flüssige — Grundstoffe oder chemische Verbindungen, welche überall und in allen ihren Teilen die gleichen Eigenschaften zeigen.

Die **Eigenschaften** der Mineralien sind die chemische Zusammensetzung, die Krystallform, die Spaltbarkeit, der Bruch, die Farbe, der Glanz und die Härte.

Denkvers: Beim Mineral sei dir bekannt,
Aus welchen Stoffen es entstand,
Form, Spaltbarkeit, Bruch, Farbe, Glanz,
Die Härte auch, so hast du's ganz.

Die chemische Zusammensetzung sagt uns, ob ein Mineral überhaupt Nährstoffe für die Pflanzenwelt enthält.

Die Krystallform ist die regelmäßige, vielen Mineralien eigentümliche äußere Form. Solche Stücke (Exemplare) eines Minerals, welche die Krystallform zeigen, werden Krystalle genannt. Man spricht von „Spaltbarkeit" eines Minerals, wenn es beim Zerschlagen

ganz ebene, glatte Flächen aufweist. Die Spaltbarkeit kann in einer, in zwei oder in mehreren Richtungen vorhanden sein. Der Bruch ist die Art und Weise, nach welcher ein Mineral beim Zerschlagen in Stücke zerfällt, und zeigt sich in dem Aussehen der „Bruchflächen". Hinsichtlich der Farbe sind die Mineralien farblos oder farbig, können aber auch durch Verunreinigung eine „Färbung" erhalten. Wenn wir von dem Glanz eines Minerals sprechen, so meinen wir den Glanz der Kristallflächen und unterscheiden davon den „Glanz der Bruchflächen". Die Härte eines Minerals ist seine Eigenschaft, andere Mineralien zu ritzen oder sich von ihnen ritzen zu lassen. Ein Mineral, welches ein anderes ritzt, nennen wir härter als jenes. Ein Mineral, welches sich von einem anderen ritzen läßt, nennen wir weicher als dasselbe.

§ 14. Die calciumhaltigen Mineralien.

1. Der **Kalkspat** besteht aus kohlensaurem Kalk ($CaCO_3$).

Der Kalkspat hat die Kristallform des Rhomboeders, welches einem verschobenen Würfel mit lauter spitzen und stumpfen Winkeln gleicht. Er spaltet gut in drei Richtungen, die den drei Flächenpaaren des Rhomboeders parallel sind. Er ist wasserhell, doch kommt er durch Verunreinigungen weiß, rot, gelb und grau gefärbt vor. Der Glanz, auch der Glanz auf den Spaltungsflächen, ist ein Glasglanz. Die Härte ist gering. (Isländischer Doppelspat.)

Der **Gips** besteht aus schwefelsaurem Kalk ($CaSO_4$) und Wasser.

Der Gips kommt oft in eigentümlichen Doppel- oder Zwillingskristallen vor, welche von ihrer merkwürdigen Gestalt den Namen „Schwalbenschwanzzwillinge" erhalten haben. Er ist nur in einer Richtung gut spaltbar. Der Gips ist wasserhell, doch kommt er auch oft gelb, grau und weiß gefärbt vor. Er besitzt Glasglanz. Seine Härte ist so gering, daß man ihn schon mit dem Fingernagel ritzen kann.

Der Gips löst sich in vielem Wasser auf. Er hat ferner die Eigentümlichkeit, beim Brennen zu einem weißen Pulver zu zerfallen, darauf aber, mit Wasser angerührt, wieder zu einer festen Masse zu erhärten.

3. Der **Apatit** besteht im wesentlichen aus phosphorsaurem Kalk ($Ca_3P_2O_8$).

Er findet sich in säulenförmigen Kristallen, aber auch als erdiger Körper (Phosphorit) vor. Seine Farbe ist weiß, aber er wird auch grün, grau und rötlich gefärbt gefunden.

§ 15. Steinsalz und Abraumsalze.

1. Das **Steinsalz** besteht aus Chlornatrium (NaCl).

Das Steinsalz kristallisiert in Würfeln und spaltet gut in drei Richtungen, parallel den Würfelflächen. Es ist wasserhell; selten ist es

rötlich, weiß, grau oder blau gefärbt. Der Glanz, auch der Glanz auf den Spaltungsflächen, ist ein Glasglanz. Die Härte ist gering.

Bemerkenswert sind der eigentümliche Geschmack des Steinsalzes und seine Löslichkeit in Wasser.

2. Die **Abraumsalze** sind Salze, welche in Staßfurt über dem Steinsalz liegend vorgefunden werden. Ihr Name stammt davon her, daß man sie erst „abräumen" muß, wenn man zum Steinsalz gelangen will.

Bei der chemischen Zusammensetzung ist bemerkenswert, daß sämtliche Abraumsalze Kalium, zum Teil auch Magnesium, Chlor und Schwefelsäure enthalten, und zwar:

Sylvinit	durchschnittlich	20 % Kalium,
Kainit	„	12 % „
Carnallit	„	9 % „
Kieserit	„	3—4 % „

Kieserit enthält eigentlich kein Kalium, doch ist solches in seinen Verunreinigungen enthalten. Die Salze lösen sich sämtlich in Wasser auf.

Die Abraumsalze sind wasserhell, doch kommen sie meist rot, weiß und grau gefärbt vor. In Pulverform (gemahlen) bekommen sie, ebenso wie das Steinsalz und wie andere Mineralien, eine weißliche Färbung.

§ 16. Kieselsäure-Verbindungen.

1. Der **Talk** besteht aus wasserhaltigem kieselsaurem Magnesium. Seine Farbe ist weiß, grün, gelb oder grau. Er ist das weichste Mineral und fühlt sich fettig an.

Der Talk wird in Pulverform benutzt, um Handschuhe und Stiefel beim Anziehen glätter zu machen. Mit Öl gemengt bildet er Wagenschmiere. Da das Öl allein zu leicht ablaufen würde, wird ihm der weiche Talk beigemischt.

2. Die **Glimmer** bestehen aus:

Kieselsäure { Aluminium und Kalium oder Magnesium.

Wir bezeichnen daher die eine Art als Kaliglimmer, die andere als Magnesiaglimmer.

Der Kaliglimmer kommt in säulenförmigen Krystallen vor, die aber so niedrig sind, daß sie als Platten erscheinen. Er ist in einer Richtung vollkommen spaltbar, wobei bemerkenswert ist, daß die Spaltungsrichtung quer zur Längenentwickelung der säulenförmigen Krystalle liegt. Er ist wasserhell, doch findet er sich auch oft silberweiß und hin und wieder braun gefärbt vor. Der Glanz der Spaltungs-

flächen ist ein Glasglanz, die Härte nur so gering, daß er sich mit dem Fingernagel ritzen läßt. In dünne Tafeln gespalten ist er elastisch.

Der silberweiße Kaliglimmer wird auch „Katzensilber", der gelbbraun gefärbte „Katzengold" genannt. Kommt der Kaliglimmer in großen, wasserhellen Krystallen vor, so lassen sich aus ihnen den Fensterscheiben ähnliche dünne Tafeln herausspalten. Man verwendet dieselben, da sie bei Erschütterungen nicht springen, zu Fenstern für Kriegsschiffe. Man benutzt sie ferner, da sie bei Frost nicht überfrieren, zum Einrahmen von Heiligenbildern (Marienglas).

Der Magnesiaglimmer stellt sich ebenso wie der Kaliglimmer in plattenähnlichen Krystallen dar, die quer zu ihrer Längsentwickelung vollkommen spaltbar sind. Er unterscheidet sich aber von diesem durch seine dunkelbraune bis schwarze Farbe. Der Glanz auf den Spaltungsflächen ist ein Glasglanz, die Härte gering.

Die Glimmer kommen in vielen Bodenarten vor.

3. Die **Feldspate** sind ähnlich wie die Glimmer zusammengesetzt und bestehen aus:

Kieselsäure { Aluminium und Kalium oder / Aluminium und Natrium oder / Aluminium und Calcium oder / Aluminium und Natrium und Calcium.

Hiernach unterscheiden wir Kalifeldspat, Natronfeldspat, Kalkfeldspat und Natronkalkfeldspat bezw. Kalknatronfeldspat.

Der Kalifeldspat kommt in säulenförmigen, etwas platten Krystallen vor und ist in zwei zu einander rechtwinklig stehenden Richtungen spaltbar. Seine Farbe ist gewöhnlich fleischrot, doch ist er auch weiß, gelblich und grünlich gefärbt. Sein Glanz ist auf den Krystall- und Bruchflächen ein Glasglanz. Die Härte kommt fast der des Quarzes gleich, so daß er sich durch Stahl nur schwer ritzen läßt.

Der Kalifeldspat ist in vielen Bodenarten verbreitet.

Der Kalkfeldspat und der Natronfeldspat kommen selten rein vor, dagegen oft der Natronkalk- bezw. Kalknatronfeldspat. Diese beiden bilden, wie der Kalifeldspat, säulenförmige Krystalle, sind aber nur in einer Richtung gut spaltbar. Eine zweite, weniger gute Spaltungsrichtung bildet mit der ersten spitze oder stumpfe Winkel. Ihre Farbe ist weiß, doch sind sie auch grau, gelb und grün gefärbt. Der Glanz ist auf den Krystall- und den Bruchflächen ein Glasglanz, die Härte der des Kalifeldspats gleich.

Der Natronkalk- und der Kalknatronfeldspat zeigen stets eigentümliche Risse, die manchmal schon mit dem bloßen Auge, stets aber mit dem Mikroskope wahrnehmbar sind.

Der Natronkalk- und Kalknatronfeldspat finden sich in vielen Bodenarten vor.

Eine besondere Bedeutung gewinnen die Feldspate durch ihre Verwitterungserzeugnisse: die Zeolithe und das Kaolin.

4. Die **Zeolithe** haben dieselbe Zusammensetzung wie die Feldspate, nur tritt bei ihnen Wasser hinzu, daher sie auch „wasserhaltige Feldspate" genannt werden. Sie umgeben die Feldspate manchmal als Verwitterungsschale und kommen infolge der Verwitterung der Feldspate in kleinen Mengen im Boden vor. Besonders wichtig sind sie ihrer außerordentlichen Absorptionskraft wegen.

5. Das **Kaolin** besteht aus Kieselsäure, Aluminium und Wasser. Es entsteht bei der Verwitterung der Feldspate durch Wasseraufnahme und Verlust von Kalium, Calcium und Natrium, bei der Verwitterung der Zeolithe durch Alkalienverlust (Verlust von Kalium, Calcium und Natrium).

Feldspate: Kieselsäure, Aluminium, Alkalien (Kalium, Calcium, Natrium).
Zeolithe: Kieselsäure, Aluminium, Alkalien, Wasser.
Kaolin: Kieselsäure, Aluminium, Wasser.

Das Kaolin ist unverwitterbar. Es besitzt eine sehr große Absorptionskraft, welche vielleicht damit zusammenhängt, daß es noch mit vielen Zeolithresten vermengt ist.

Es bildet erdige Massen von weißer, gelber, rötlicher oder bläulicher Färbung.

Das Kaolin wird zur Herstellung von Porzellan verwendet, daher es auch „Porzellanerde" heißt. In gelben und rötlichen, durch Eisenoxyd hervorgerufenen Färbungen dient es als „Oker" oder „Bolus" zur Herstellung von Farbe. Es kommt in vielen Bodenarten vor.

6. Die **Hornblende,** wie der ihr sehr ähnliche Augit, besteht aus Kieselsäure, Aluminium, Calcium, Magnesium und Eisen.

Die Hornblende tritt in säulenförmigen Kryställen auf und ist in der Längsrichtung derselben spaltbar. Die Farbe ist braun bis schwarz. Ihre Krystall- und Bruchflächen zeigen Glasglanz.

Sie kommt unter dem Namen „Asbest" in sehr dünnen und langen, haarförmigen und biegsamen Krystallen vor und läßt sich mit Flachs zusammen verspinnen und weben. Durch Glühen wird der Flachs entfernt, worauf das Asbestgewebe zur Herstellung unverbrennlicher Kleider für Feuerwehrleute und zur Verfertigung von Lampendochten dient.

§ 17. Eisenkies. — Raseneisenstein.

1. Der **Eisenkies** (Schwefelkies) besteht aus Schwefeleisen (FeS_2).

Er krystallisiert in Würfeln, Oktaedern und anderen Krystallformen. Der Bruch ist muschelig, die Farbe speisgelb, der Glanz ein Metallglanz.

Er kommt nesterweise im Sande unter Moor vor. Wird derartiger Sand zur Herstellung von Moorkulturen verwendet, so liefert der Schwefelkies bei der Verwitterung sehr schädliche Pflanzengifte.

2. Der **Raseneisenstein** (Wiesenerz, Sumpferz) ist wasserhaltiges Eisenoxyd. Er entsteht leicht an sumpfigen und moorigen Stellen und bildet schwammartig durchlöcherte Massen von geringer Härte und brauner Farbe. In Haidegegenden bildet er sich besonders durch den Einfluß des Haidekrautes, welches sehr viel Eisen enthält und dessen tiefgehende Wurzeln immer neue Stoffe zu der Bildung von Raseneisenstein aus dem Untergrunde heraufholen.

Der Raseneisenstein wird zur Eisengewinnung verwendet. Durch Raseneisenstein verkitteter Sand ist unter dem Namen „Ortstein" im Boden sehr lästig, da er die Fruchtbarkeit beeinträchtigt und oft im Untergrunde eine feste, undurchdringliche Schicht bildet. Man muß diese, um den Boden kulturfähig zu machen, mit Dampfpflügen brechen und an die Bodenoberfläche bringen, an der sie durch Verwitterung zerstört wird.

§ 18. Mineralien organischen Ursprungs.

Tiere und Pflanzen hinterlassen nach dem Absterben **Reste,** welche allmählich aus der verwickelten organischen Form in den einfacheren Zustand des Minerals übergehen. Diese Reste umfassen, je älter sie werden, nur die schwer verwitterbaren Teile: bei den Tieren das Skelett oder den Panzer, bei den tierischen Auswurfsstoffen den phosphorsauren Kalk, bei den Pflanzen den Kohlenstoff, sowie die Kieselpanzer gewisser Algen.

1. Die **Mineralien organischen Ursprungs, die aus kohlensaurem Kalk bestehen,** sind die Kreide, viele Kalksteine, die Korallen, die Muschelbänke und der Wiesenkalk.

a) Die Kreidekörnchen bestehen aus lauter Panzern vorweltlicher Tiere, die sich in ungeheuren Massen angehäuft haben, dabei aber so klein sind, daß sie nur unter guten Mikroskopen wahrnehmbar werden.

b) Manche Kalksteine lassen beim Zerschlagen schon erkennen, daß sie aus den Panzern größerer Tiere gebildet wurden, die freilich schon in kristallinischen Zustand (Kalkspat) übergegangen sind. Bei vielen Kalksteinen läßt sich ihr Ursprung aus organischen Resten auf andere Weise nachweisen.

Neuere Bildungen sind im Meere c) die Korallenriffe, sowie d) die aus Schnecken- und Muschelschalen bestehenden Muschelbänke an den Meeresküsten und e) in Süßwasser die Wiesenkalklager.

2. Die **aus Kieselsäure bestehenden Mineralien organischen Ursprungs** sind der Feuerstein und die Kieselgur.

a) Der Feuerstein, den wir in großen, festen Knollen in den Kreidefelsen vorfinden, ist aus den Resten kleiner Algen und Schwämme entstanden, die sich hier und da nesterweise zwischen den Kreidetierchen angesiedelt hatten.

b) Die Kieselgur besteht aus erdigen Massen, deren Körnchen die Reste kleiner Algen sind und die in älteren Ablagerungen, wie im Schlamm von Flüssen, Seeen und Meeren, in Massen vorkommen.

3. Die **aus phosphorsaurem Kalk bestehenden Mineralien organischen Ursprungs** sind die — sich in Apatit umbildenden — Auswurfsstoffe vorweltlicher Tiere, besonders die Guanolager, die allmählich durch Regen und Verwitterung ihrer sonstigen löslichen Bestandteile beraubt worden sind.

4. Die **kohlenstoffreichen Mineralien organischen Ursprungs** sind Kohle, Moor und Torf.

a) Die Kohle bildet den Rückstand älterer, schon sehr weitgehend zersetzter Anhäufungen von Pflanzenresten.

b) Die Moore umfassen stärker zersetzte und c) der Torf noch wenig zersetzte Pflanzenreste. An der Bildung von Moor und Torf nehmen auch tierische Reste (Fische, Insekten u. s. w.) einen oft wesentlichen Anteil.

B. Gesteinslehre.

§ 19. Granit.

Der **Granit** ist ein Gestein (eine Felsart), denn er kommt in großen, zusammenhängenden Anhäufungen gewisser Mineralien vor.

Da der Granit sich aus mehreren Mineralien zusammensetzt, ist er ein sogenanntes „gemengtes" Gestein.

Er bildet ein Gemenge von Quarz, Feldspat und Glimmer, die als seine wesentlichen Gemengteile bezeichnet werden. Von diesen kann der Feldspat fleischroter Kalifeldspat oder weißer Kalknatronfeldspat bezw. Natronkalkfeldspat, der Glimmer brauner Magnesiaglimmer oder weißer Kaliglimmer sein, wonach auch die Farbe des Granits zwischen rötlich und grau wechselt.

Bemerkenswert sind die hin und wieder im Granit vorkommenden Apatitkrystalle, welche sich als dünne, lange Nadeln in den anderen Mineralien vorfinden. Da sie solche Gemengteile des Granits sind, die fehlen können, ohne das Wesen desselben dadurch zu verändern, so bezeichnet man sie als zufällige Gemengteile. Ein anderer zufälliger Gemengteil ist der Granat.

Sein Gefüge ist körnig, da seine Gemengteile in ziemlich gleichgroßen Körnern vorkommen. Seiner Lagerung nach tritt er gewöhnlich in Massen von sehr großer Ausdehnung nach Länge, Breite und Mächtigkeit, sogenannten „Stöcken" auf. Der Granit findet sich ferner in Gängen, d. h. in den von ihm ausgefüllten Spalten anderer Gesteine, vor.

Der Granit wird als Bau- und Pflasterstein, sowie zu Platten, Säulen und Denkmälern verwendet. Fundorte desselben sind der Brocken im Harz, der Schwarzwald, die Schweizer Alpen.

§ 20. Eigenschaften der Gesteine.

Gesteine oder Felsarten sind große, zusammenhängende Anhäufungen von bestimmten Mineralien. Die Mineralien, aus denen sie bestehen, bezeichnet man als ihre Gemengteile. Bezüglich der Art der Gemengteile unterscheidet man „wesentliche Gemengteile" eines Gesteins, welche sein Wesen ausmachen und daher vorhanden sein müssen (wie Quarz, Feldspat und Glimmer im Granit), und „unwesentliche oder zufällige Gemengteile", deren Fehlen das Wesen und den Namen des Gesteins nicht ändert (wie Apatit und Granat im Granit).

Die **Eigenschaften** der Gesteine sind: 1. die Zahl der Gemengteile, 2. die Art der Gemengteile und 3. das Gefüge. Nach der Zahl der Gemengteile unterscheidet man einfache Gesteine, die nur aus einem Mineral, und gemengte Gesteine, die aus mehreren Mineralien bestehen (wie der Marmor nur aus Kalkspat, der Granit aus Quarz, Feldspat und Glimmer). Das Gefüge ist die Art, nach der sich die Gemengteile ihrer Form, Größe und Lage nach zu einem Gestein zusammenfügen (Granit: körniges Gefüge).

§ 21. Einfache Gesteine.

A. Kohlensaures Calcium ($CaCO_3$).

1. Der **Marmor** ist ein aus Kalkspat gebildetes, einfaches Gestein von körnigem Gefüge und weißer, roter oder schwarzer (grauer) Farbe. Er wird in der Bildhauerei zur Herstellung von Figuren, von Tischplatten, sowie zur Ausschmückung von Gebäuden verwendet. Berühmte Marmorbrüche befinden sich zu Carrara in Italien.

2. Der **Kalkstein** besteht aus Kalkspat und läßt oft noch erkennen, daß er aus den Schalen von Tieren entstanden ist. Sein Gefüge ist unregelmäßig körnig bis dicht. Man verwendet ihn als Bau- und Pflasterstein, sowie zu Steindruckplatten. Ungebrannt und gebrannt dient er als Düngemittel, in gebranntem Zustande zur

Herstellung von Mörtel. Ein wichtiger Fundort ist Rüdersdorf bei Berlin, ferner bildet er das Juragebirge und die Kalkalpen.

3. Die **Kreide** ist ein einfaches Gestein, dessen Körnchen aus den Panzern vorweltlicher Kreidetierchen bestehen, welche unter dem Mikroskope bei 300facher Vergrößerung erkennbar werden. Das Gefüge ist erdig. Man verwendet die Kreide zum Schreiben, sowie als Schlämmkreide zum Tünchen der Wände. Kreide mit Eiweiß bildet Porzellankitt, Kreide mit Firnis Glaserkitt. Eigentümlich sind die in der Kreide überall vorkommenden Feuersteinknollen. Ein wichtiger Fundort der Kreide ist die Insel Rügen.

B. Schwefelsaures Calcium ($CaSO_4$ + Kryſtallwaſſer).

4. Der **Gips** bildet als einfaches Gestein Anhäufungen des Minerals Gips und besitzt ein dichtes, faseriges oder körniges Gefüge. Der recht gleichmäßig gekörnte Gips wird als Alabaster zur Herstellung von Vasen und kleinen Figuren verwendet. Gemahlener Gips findet als Düngemittel auf dem Felde, sowie zur Bindung des kohlensauren Ammoniums als Einstreumittel in Ställen Anwendung. Gebrannter Gips wird zu Wand- und Deckenverzierungen bei Häuserbauten, zu Gipsabgüssen und Gipsfiguren, sowie zu Gipsverbänden benutzt. Ein wichtiger Fundort ist Sperenberg bei Berlin, berühmt durch das tiefste Bohrloch der Erde (1272 m tief).

C. Phosphorsaures Calcium ($Ca_3(PO_4)_2$).

5. **Phosphorite** (im Handel auch Phosphate oder Apatite genannt) sind dichte, erdige oder körnige Anhäufungen von Apatit. Viele sind aus den Knochen vorweltlicher Tiere (Osteolithe) oder aus deren Ausscheidungen (Koprolithe) entstanden. Zu den Phosphoriten gehören auch diejenigen Guanolager, denen durch Regen ihre sonstigen organischen Stoffe, besonders die stickstoffhaltigen, ausgewaschen sind, so daß nur phosphorsaures Calcium zurückblieb. Die Phosphorite bilden das Rohmaterial zur Herstellung von phosphorsäurehaltigen Düngemitteln. Der wichtigste Fundort in Deutschland ist Limburg a. d. Lahn.

D. Salze der Salz- und Schwefelsäure.

6. Das **Steinsalz** ist ein einfaches Gestein, das aus dem Mineral Steinsalz besteht und körniges Gefüge besitzt. Gemahlenes Steinsalz wird, wenn sich ganz reine, kryſtallhelle Stücke aussuchen lassen, als Tafelsalz und Buttersalz, sonst als Viehsalz zur Fütterung der Haustiere und zur Düngung verwendet. Das Viehsalz ist Steinsalz, welches mit Eisenoxyd, Wermut, Petroleum oder ähnlichen Dingen künstlich verunreinigt (denaturiert) und dadurch für den Menschen un-

genießbar gemacht worden ist. Der Staat, dem das Salz gehört, erhebt von dem als Kochsalz verwendeten Salz eine Steuer (einen Kaufpreis) von 6 Mark für den Centner, erläßt aber dem Landwirt die Steuer für das zur Fütterung verwendete Steinsalz, nachdem es zur Vermeidung von Unterschleifen für den Menschen ungenießbar gemacht worden ist. Unser eigentliches Kochsalz wird nicht durch Mahlen des Steinsalzes, sondern aus dem Wasser salzhaltiger Quellen, der Solquellen, dadurch gewonnen, daß die Sole in großen Pfannen erhitzt und das Wasser abgedampft wird. Dabei setzen sich auf dem Boden Gips und sonstige Verunreinigungen ab, die dem Steinsalz oft einen bitteren Geschmack verleihen, während sich darüber reines Salz ausscheidet, welches gemahlen und als Kochsalz verkauft wird. Ein bekannter Fundort des Steinsalzes ist Staßfurt bei Magdeburg, ferner Inowrazlaw in der Provinz Posen, ein anderer Cardona in Spanien, wo das Salz als Fels frei zu Tage tritt.

7. Die **Abraumsalze** Sylvinit, Kainit, Carnallit und Kieserit sind Anhäufungen der Mineralien gleichen Namens, von körnigem Gefüge und finden um ihres Kaligehalts willen als Düngemittel Anwendung. Ihr wichtigster Fundort ist Staßfurt.

E. Kohlenstoff.

8. Die **Kohle** kommt als Anthracit oder Glanzkohle, als Steinkohle und als Braunkohle (in der Aufzählung dem Alter und dem Kohlenstoffgehalte nach geordnet) in großen Flözen vor und wird als Brennmaterial verwendet. Flöze sind Lager von großer Länge und Breite, aber geringer Mächtigkeit. Wichtige Fundorte sind das Ruhr-, das Saargebiet, sowie Oberschlesien.

9. **Torf** und **Moor** sind lose Anhäufungen von Pflanzen- und Tierresten und finden als Kulturboden, als Brennmaterial, zur Düngung von Sand- und Lehmböden und zur Herstellung von Torfstreu Anwendung.

§ 22. Gemengte Gesteine.

1. **Granit** vergleiche § 19, S. 32.

2. Der **Gneis** ist ein aus Quarz, Feldspat und Glimmer bestehendes Gestein von flaserigem Gefüge, in dem sich die Glimmerplättchen einander parallel in unregelmäßigen Schichten vorfinden. Er ist dem Bergmann wohlbekannt, da er viele erzführende Gänge besitzt. Der Gneis kommt sehr häufig vor, z. B. im Erzgebirge.

3. Der **Granitporphyr** besteht, wie Granit und Gneis, aus Quarz, Feldspat und Glimmer, hat aber ein porphyrisches Gefüge, d. h. in einer aus den genannten Mineralien gebildeten gleichmäßigen

Grundmasse liegen einzelne größere Kryſtalle derſelben eingebettet. Er kommt ebenfalls im Erzgebirge vor. Dem Granitporphyr ſind der Quarzporphyr, der aus Quarz und Feldſpat beſteht, und der im weſentlichen aus Feldſpat und Glimmer zuſammengeſetzte quarzfreie Porphyr verwandt. Die Porphyre werden als Bauſteine und zu Bildhauerarbeiten verwendet.

4. Der **Glimmerſchiefer** iſt den granitähnlichen Geſteinen, beſonders dem Gneis verwandt, inſofern er ein ſtark ſchieferiges Gemenge von Quarz und Glimmer bildet, bei dem die parallelen Glimmerplättchen vollſtändig zu Schichten angeordnet erſcheinen und dadurch die Schieferung hervorrufen.

5. Der **Syenit** iſt ein körniges Geſtein, welches aus Kalifeldſpat und Hornblende beſteht, zu denen oft noch Magneſiaglimmer und Quarz als unweſentliche Gemengteile treten, ſo daß der Syenit Ähnlichkeit mit dem Granit erhält. Er wird als Bauſtein und zu Bildhauerarbeiten benutzt. Ein bekannter Fundort iſt der Plauenſche Grund bei Dresden. Bekannte Fundorte ſind das Rieſengebirge und Erzgebirge.

6. Der **Thonſchiefer** iſt ein vollkommen ſchieferiges Geſtein und beſteht aus Kaolin, Glimmer und Quarz. Häufig iſt er mit fein verteilter Kohle durchſetzt. Er wird zur Herſtellung von Schreibtafeln, Zeichenſtiften (ſchwarzer Kreide), Tiſchplatten, Dachſteinen und Wetzſteinen verarbeitet. Er kommt im rheiniſchen Schiefergebirge vor.

7. **Sandſtein** beſteht aus Quarzkörnern, welche durch ein kieſeliges, kalkiges, kaolinartiges oder eiſenſchüſſiges Bindemittel verkittet ſind. Die größere Anhäufung der Quarzkörner in einzelnen Schichten kann zu quader- oder ſäulenförmiger Abſonderung führen. Der Sandſtein wird zur Herſtellung von Bauſteinen, Platten, Mühl- und Schleifſteinen verwendet. Ein wichtiger Fundort iſt das Elbſandſteingebirge (ſächſiſche Schweiz). Dem Sandſtein iſt die Grauwacke verwandt, welche ein ſandſteinartig verkittetes Gemenge der Körner von Schiefer, Quarz und Feldſpat bildet. Sie kommt viel am Rhein vor. Sandſtein ähnlich, nur gröber im Korn ſind die Konglomerate und die außerdem durch ſcharfkantige Körner ausgezeichneten Breccien.

8. Der **Grünſtein** iſt ein Gemenge von Kalknatronfeldſpat mit Hornblende (oder mit Augit) von grüner bis ſchwarzer Farbe und wird auch als Diorit (oder Diabas) bezeichnet. Als zufälliger Gemengteil iſt Quarz oft in großer Menge vorhanden. Das Gefüge iſt körnig oder porphyriſch. Ein bekannter Fundort iſt die Roßtrappe im Harz.

9. Der **Baſalt** iſt ein dichtes, oft blaſiges Geſtein und beſteht aus Feldſpat, Augit und Magneteiſenerz. Er zeigt große Neigung zu ſäulenförmiger Abſonderung. Wegen ſeiner außerordentlichen Feſtigkeit und Härte wird er zum Bekleiden von Waſſerbauwerken, wenn er

porös vorkommt, auch zu Mühlsteinen verwendet. Bekannte Fundorte sind die Fingalshöhle auf der Insel Staffa in Schottland, sowie die Eifel.

10. Der **Trachyt** ist ein porphyrartiges Gestein, welches aus Feldspat — selten aus Feldspat und Quarz (Quarztrachyt) — besteht. Er wurde früher als Baustein benutzt; so wurden die Bausteine zu dem Kölner Dom aus dem Trachyt des Drachenfels bei Bonn gewonnen, doch verwittert der Trachyt zu leicht.

11. Als **Lava** bezeichnet man die Ausflüsse der thätigen Vulkane. Sie zeigen sehr große Verschiedenheit in Bezug auf die Zahl und Art ihrer Gemengteile, sowie ihrer sonstigen Eigenschaften.

12. Die **losen Trümmergesteine** sind Haufwerke von Mineralkörnern, Gesteinskörnern und organischen Resten, wie uns dieselben als Sand und Lehm bekannt sind. **Tuffe** sind die durch Wasser zusammengespülten und wieder fest gewordenen Aschenmassen vulkanischer Ausbrüche, z. B. der Traß im Brohlthal (Eifel).

C. Entstehung der Erdrinde und des Bodens.

§ 23. Entstehung der festen Gesteine (der festen Erdrinde).

Die **ursprüngliche Gestaltung** unserer Erde denken wir uns als die einer gasförmigen, später als die einer feurig-flüssigen Masse, der Sonne in ihrem heutigen Zustande nicht unähnlich.

Infolge der teilweise in den Weltenraum ausstrahlenden und daher abnehmenden Wärme und der hieraus sich ableitenden Abkühlung der Erde bildete sich auf ihr allmählich eine **feste Kruste,** die, obwohl anfänglich noch vielfach durchbrochen, im Laufe der Zeit doch an Stärke zunahm. Auf ihr schlug sich bei zunehmender Abkühlung auch das **Wasser** nieder, während es vorher sich nur dunstförmig in der Atmosphäre der Erde hat aufhalten können, und bildete Meere.

Die Folge der fortgesetzten Abkühlung der Erde ist neben der zunehmenden Mächtigkeit der Erdkruste auch ein Zusammenziehen derselben. Hierbei muß die Kruste, welche die Gestalt einer Kugelschale hat, sich in eine Kugelschale mit kleinerem Halbmesser zusammenziehen. Während bei einem flüssigen Erdkerne ein Zusammenziehen leicht denkbar ist, wird die gedachte Verkleinerung der Erdkruste nur dann möglich, wenn dieselbe sich runzelt und faltet. Nicht also eine Kraftäußerung des Erdinnern liegt der **Gebirgsbildung** zu Grunde, wie man zu denken leicht geneigt ist, sondern die Schwierigkeit für die

Erdkruste, sich aus einer größeren Kugelschale in eine kleinere zu verwandeln, und die dadurch hervorgerufene Faltung.

Bestände die Erdkruste aus einer nachgiebigen Masse, so würde eine solche Faltung ohne weiteres vor sich gehen können. Wir sehen auch an den Felsen gebirgiger Gegenden, daß thatsächlich die Gesteine vielfach hin und her gebogen erscheinen. Jedoch scheint die Erdkruste nicht mehr genügend biegsam gewesen zu sein, denn an denselben Felsen sehen wir Risse und Spalten[1]) die gebogenen Erdschichten durchsetzen und an solchen Rissen auch die Felspartieen gegeneinander mehr oder weniger verschoben. Mannigfache Erscheinungen, wie die Reihenvulkane, deuten ferner darauf hin, daß nicht nur im kleinen, sondern auch im großen die Erdkruste Risse erhalten hat und hierbei in große Schollen gebrochen ist, von denen einzelne gegen die andern sich verschoben haben. Sinkt eine Scholle gegen die andere ab, so wird an der Grenzspalte die Erdkruste dünner und giebt dem Erdinnern Gelegenheit, wie es in früheren Zeiten geschah, selbst emporzuquellen, oder wie heute, durch das eindringende Wasser angeregt, **vulkanische Erscheinungen** zu veranlassen.

So entstanden die festen Gesteine durch äußere Erstarrung der Erde, durch Emporquellen in den Faltungsrissen und durch vulkanische, von Wasser angeregte Thätigkeit. Einzelne feste Gesteine, wie die Kreide, entstanden auch auf **organischem Wege,** andere, wie die Salzgesteine, als **Niederschläge aus dem Wasser.**

§ 24. Entstehung der Trümmergesteine und des Bodens aus den festen Gesteinen.

1. Als **Umbildungsursachen** wirken bei der Entstehung der Trümmergesteine aus den festen Gesteinen a) die Verwitterung, b) die Wärme und Kälte und c) das Wasser (in seiner mechanischen Thätigkeit) mit.

a) In erster Linie ist die Zertrümmerung der festen Gesteine durch **Verwitterung** denkbar. Das Wasser, welches in früheren Zeiten infolge größeren Reichtums der Luft an Kohlensäure gleichfalls viel mehr Kohlensäure besaß als heute, löst — als Regen oder Tau niederfallend — einiges von dem festen Gestein auf und regt, zusammen mit dem Sauerstoff der Luft, chemische Zersetzungsprozesse an.

---

[1]) Hierher gehören auch die Verwerfungsspalten, die mit ursprünglich flüssigem Gestein oder mit den aus Wasser abgesetzten Mineralien (zum Teil für den Bergbau wichtigen Erzen) erfüllten Gänge, sowie die Erdbebenspalten.

b) An zweiter Stelle wirken **Wärme und Kälte** durch das abwechselnde Ausdehnen und Zusammenziehen der Gesteinsoberfläche bei deren Zertrümmerung mit, indem feine Risse entstehen.

c) An dritter Stelle tritt das **Wasser mechanisch mitwirkend** auf, a) indem es sich beim Gefrieren in den Gesteinsspalten ausdehnt, b) als bewegtes Wasser (Strömung, Wellenschlag) und c) als zusammenhängende Eismasse (Gletscher).

2. Die **Bildung der Trümmergesteine** wird durch die genannten Ursachen in verschiedener Weise herbeigeführt.

a) Verwitterung, Wärme und Kälte, sowie das erstarrende Wasser dringen allmählich umwandelnd und zertrümmernd in die Felsen ein. In der Nähe der Erdoberfläche, da, wo die bezüglichen Einflüsse am stärksten wirken, findet man das am meisten zerkleinerte Gestein vor, nach unten zu fortschreitend weniger zerklüftetes bis zu dem festen Gestein. Auf diese Weise entstandenen Gesteinsschutt, wie wir ihn im Gebirge auf dem darunter lagernden Fels vorfinden, nennt man **Grundschutt** (Primitivboden).

b) Neben der Verwitterung, der Wärme und Kälte und der Ausdehnung gefrierenden Wassers kann das bewegte Wasser zerstörend in Thätigkeit treten, indem Wellenschlag und Strömung an Meeren und Flüssen die Küsten und Ufer unterhöhlen und die fortgerissenen Gesteinstrümmer durch Aneinanderreiben derselben zerkleinern. Besonders wichtig wird ferner eine ortsverändernde Wirkung bewegten Wassers, die darin besteht, daß es die durch Verwitterung und das Wasser selbst zerstörten Gesteinstrümmer von ihrer ursprünglichen Stätte fortnimmt und an andere Stellen überführt. Das Meer setzt an vielen Stellen der Küste Schlick an (die Marschen). Von den Bergen wird die Erde nach den Thälern hinuntergespült. In der Ebene nehmen Bäche und Flüsse an einer Stelle Erde fort und lagern sie an einer andern wieder ab. Man nennt den so entstandenen Gesteinsschutt **Flutschutt** (Alluvium). Zu dem letzteren rechnet man nebenbei auch diejenigen Bildungen, welche sich nicht durch Schlammablagerung, sondern durch Ablagerung von Pflanzen- und Tierresten gebildet haben, also die Humusanhäufungen oder Moore.

c) Die Umwandlung der Gesteine durch Eismassen in der Form von Gletschern können wir heute an den über Hunderte von Meilen Landes ausgebreiteten Gletschern Grönlands oder an den kleineren Alpengletschern studieren. Die Gletscher wirken, wie das tropfbar flüssige Wasser, in doppelter Weise: zerstörend und ortsverändernd. Die Gletscher bewegen sich, indem sie sich an ihrer Ursprungsstelle aus den niederfallenden Schneemassen immer aufs neue erzeugen, — auch

selbst die kolossalen Gletscher[1]) Grönlands — langsam abwärts und schleifen dabei ihre Unterlage und ihre Ufer ab, schärfer als das fließende Wasser. Besonders wirken hierbei die von den Felsufern auf die Gletscher hinabfallenden Steine mit, indem sie teilweise — z. B. in den Gletscherspalten — auf den Grund der Gletscher gelangen, die Unterlage zerstören und auch selbst dem Zerreiben anheimfallen. Steine und das feiner zerriebene Material werden von dem Gletscher dabei auf weite Strecken hin mitgenommen und da niedergelegt, wo endlich infolge wärmeren Klimas die Gletscher schmelzen (Grund-, Seiten-, Mittel- und Endmoränen).

Der Boden der ganzen norddeutschen Tiefebene ist auf diesem Wege entstanden. Als Beweismittel dienen uns die an ihrer Oberfläche glattgeschliffenen und mit Gletscherschrammen und Gletschertöpfen (Strudellöchern) versehenen Rüdersdorfer Kalkberge bei Berlin, über welche einstmals die Gletscher hinweggingen. Zum Beweise dient ferner der Umstand, daß unser Boden aus kleineren und größeren Gesteinstrümmern besteht, wie sie den in Schweden und Norwegen, sowie in Finnland auf den Gebirgen anstehenden Gesteinen genau entsprechen, derart, daß die Gesteine bei uns südlich von den Stellen vorkommen, an welchen sie sich im Norden als fester Fels vorfinden.[2])

Man kann den durch Gletscher aufgehäuften Gesteinsschutt als **Gletscherschutt** (Glacialschutt, Diluvium) bezeichnen.

Werden die Gesteinstrümmer von neuem durch Bindemittel miteinander verkittet, so sprechen wir auch von **festen Trümmergesteinen** (z. B. Sandstein, Konglomerat).

Wenn wir nun die oberste Schicht des Gesteinschuttes als **Boden** ansprechen, so können wir nach ihrer Entstehung folgende drei Bodenarten unterscheiden: 1. **Grundschuttböden,** die durch Verwitterung, durch Wärme und Kälte, sowie durch in den Gesteinsspalten gefrierendes Wasser entstanden sind, 2. **Flutschuttböden,** die außerdem durch bewegtes Wasser umgelagert, und 3. **Gletscherschuttböden,** die durch dieselben Einflüsse wie die Grundschuttböden entstanden, außerdem aber durch Gletscher umgelagert worden sind.[3]) Landwirtschaftlich

---

[1]) So gewaltige Gletscher bezeichnet man auch als Eisfelder oder Inlandeis.

[2]) Westlich der Weichsel kommt der Feuerstein vor, östlich nicht; östlich der Weichsel dagegen der Rappakiwi (verfaulter Stein), während auch im Norden eine von der Weichsel aus direkt nördlich gezogene Linie in der Kreide westlich den Feuerstein, östlich den Rappakiwi in festem Gestein anstehend begrenzt.

[3]) In untergeordneter Weise, stellenweise freilich Massen aufhäufend, tritt auch der Wind, also die bewegte Luft, umlagernd auf (Dünen, Löß).

wichtig ist diese Einteilung nur darum, weil die Grundschuttböden in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche schon festen Fels zeigen, während Flut- und Gletscherschuttböden große Mächtigkeit besitzen.

D. Eigenschaften des Bodenkorns.

(Die Paragraphen der 2. Auflage sind denen der dritten in Klammer beigefügt.)

§ 25. Das Bodenkorn.

Der Boden besteht aus zahlreichen Körnern, welche zwar oft zu kleineren und größeren Klumpen vereinigt erscheinen, sich aber durch geeignete Mittel — z. B. mäßiges Kochen und Zerdrücken — voneinander trennen lassen. Alle diese „selbständigen Teilchen" eines Bodens bezeichnen wir als **Bodenkörner.** Bei den Bodenkörnern sind a) die chemische Beschaffenheit derselben und b) ihr Korndurchmesser wichtige Eigenschaften.

§ 26 (§ 25). Die chemische Beschaffenheit der Bodenkörner.

Bei näherer Betrachtung der chemischen **Beschaffenheit der Bodenkörner** ergiebt es sich, daß die Grundstoffe im allgemeinen als solche im freien Zustande im Boden nicht vorkommen und also auch als Grundstoffe keine Eigenschaften äußern können.[1]) Auch die einfacheren Verbindungen der Grundstoffe, die freien Säuren und Basen, nach welchen der Chemiker uns die chemische Zusammensetzung des Bodens bei einer Untersuchung anzugeben pflegt, kommen im allgemeinen nicht als solche im Boden vor und äußern als solche keine Eigenschaften. Erst die wirklich im Boden vorkommenden chemischen Verbindungen können Eigenschaften äußern und daher auch dem Boden gewisse Eigenschaften erteilen.

Die im Boden **wirklich bestehenden chemischen Verbindungen** sind a) die Mineralien,[2]) b) Pflanzen- und Tierreste, die, soweit sie noch nicht wieder in den anorganischen Zustand zurückgekehrt sind, gewöhnlich als „Humus" bezeichnet werden.

---

[1]) Die Chemie lehrt uns, daß bei jeder Verbindung der Grundstoffe ganz neue Körper mit ganz neuen chemischen und physikalischen Eigenschaften entstehen.

[2]) Die Bodenkörner bestehen nicht immer aus einem Mineral, sie sind entsprechend der Entstehung der Böden durch Zertrümmerung und Umwandlung der Gesteine im allgemeinen als Gesteinstrümmer aufzufassen. Nur wenn bei der Zertrümmerung zufällig ein Korn aus einem Mineral sich loslöste, oder wenn die leicht zerstörbaren Mineralien entfernt wurden und

Die **mineralogische Zusammensetzung** des Bodenkorns, welche als Bezeichnung einer Eigenschaft des Bodenkorns seine Zusammensetzung nicht nur aus Mineralien, sondern auch aus Humusteilen umfassen soll, ist als eine „Grundeigenschaft" des Bodenkorns zu betrachten, da sie von keiner andern Eigenschaft desselben abhängt, von ihr aber andere Eigenschaften abhängig sind.

§ 27 (§ 26). Die bodenbildenden Mineralien.

Für das Verhalten der **Mineralien** im Boden sind neben den schon genannten Eigenschaften (§ 13) derselben noch andere von Bedeutung. Wir teilen sie diesbezüglich in 1. chemische, 2. physikalische und 3. in chemisch-physikalische ein.

1. Als **chemische** Eigenschaften haben wir a) die chemische Zusammensetzung und b) die Verwitterbarkeit zu nennen, die beide zusammen darüber entscheiden, welche Stoffe und wie viel ein Mineral als Pflanzennahrung bieten kann. Wir unterscheiden danach unveränderliche (Quarz, Kieselgur und Feuerstein, Kaliglimmer und reiner Kaolin), schwerer veränderliche (Kalifeldspat, Magnesiaglimmer, Hornblende, Apatit) und leichter veränderliche Mineralien (Kalkspat, Kreide, Wiesenkalk, Gips Natronkalkfeldspat, Raseneisenstein, Zeolithe und Eisenkies).

2. Unter den **physikalischen** Eigenschaften sind für den Boden außer den schon (§ 13) besprochenen (Form, Farbe, Glanz u. s. w.) die Anhangskraft (Adhäsion) und die Erwärmungsfähigkeit wichtig. a) Die Anhangskraft ist für das Haften der Bodenkörner aneinander, an den Geräten, sowie für das Haften des Wassers an den Bodenkörnern wichtig. b) Die Erwärmungsfähigkeit (specifische Wärme) ist für die Erwärmung und Abkühlung des Bodens, besonders bei dem Eintreten von Nachtfrösten, von großem Einfluß.

3. Zu den **chemisch-physikalischen** Eigenschaften der Mineralien gehört die Absorptionskraft, d. h. die Kraft, fremde, in den Boden gelangende Stoffe festzuhalten und langsam an die Pflanzen abzugeben.

§ 28 (§ 27). Der Humus.

Humus nennen wir die mehr oder weniger in Zersetzung begriffenen Reste von Pflanzen und Tieren.

---

nur ein schwer zerstörbares übrig blieb, bestehen die Bodenkörner aus einem Mineral. An der mineralogischen Zusammensetzung der Bodenkörner wird aber dadurch nichts geändert, da die Vereinigung von Mineralien zu Gesteinen nur eine mechanische (äußerliche) bleibt und die physikalischen wie chemischen Eigenschaften der Mineralien sich dabei nicht ändern.

1. Die **chemischen Eigenschaften** des Humus lassen in ihm, der Zusammensetzung der Pflanzen und Tiere entsprechend, stickstoffhaltige und stickstofffreie Körper unterscheiden, neben denen sich noch ein wenig mineralische Stoffe vorfinden.

a) Die stickstoffhaltigen Humuskörper bestehen aus Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel und lassen sich in schwer zersetzliche und leicht zersetzliche einteilen. (Zu den schwer zersetzlichen, stickstoffhaltigen Humuskörpern gehören die Chitinpanzer und Insektenflügel.)

b) Die stickstofffreien, stets leicht zersetzlichen Humuskörper bestehen aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff.

Die leicht zersetzlichen Humuskörper bilden während der **Zersetzung** bei Gegenwart von Sauerstoff oder von Sauerstoff und Basen je nach Umständen Kohlensäure, Wasser, freien Stickstoff, Ammoniak und die für die Ernährung der Pflanzen mit Stickstoff sehr wichtigen salpetersauren Salze.

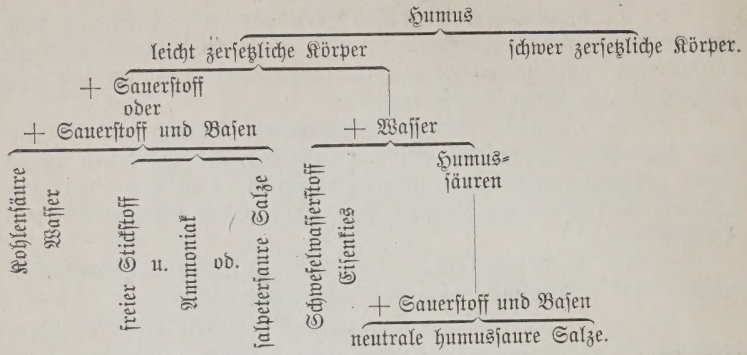
Bei Gegenwart von Wasser bildet der Schwefel der stickstoffhaltigen Humuskörper mit Wasserstoff Schwefelwasserstoff und mit vorhandenem Eisen den schädlichen Eisenkies (Schwefelkies). Der Stickstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bilden eigentümliche, saure Körper, sogenannte (stickstoffhaltige oder stickstofffreie) Humussäuren.

Die bei Gegenwart von Sauerstoff im durchlüfteten Boden entstehenden salpetersauren Salze sind sehr wichtig für die Pflanzenernährung, und die Kohlensäure wirkt in günstiger Weise lösend und zersetzend auf die übrigen Bodenbestandteile ein. Dagegen sind die bei Luftabschluß und Gegenwart von Wasser in nassen und sumpfigen Böden oder unter Wasser entstehenden Eisenkiesmengen und Humussäuren sehr schädlich: der Eisenkies durch die bei seiner Zersetzung auftretenden Pflanzengifte (schweflige Säure und Eisenoxydul), die Humussäuren, weil sie auf die guten Kulturpflanzen erfahrungsgemäß gleichfalls schädlich einwirken.

Die **Beseitigung der schädlichen Zersetzungserzeugnisse** des Humus erfordert eine Entwässerung des Bodens zur Ermöglichung der Luft- und damit der Sauerstoffzufuhr, außerdem aber die Zuführung von Basen, falls solche sich nicht schon im Boden vorfinden. Die schweflige Säure wird dann in Schwefelsäure und weiter in Salze, das Eisenoxydul in Eisenoxyd, die Humussäure zunächst in neutrale humussaure Salze übergeführt, die sich dann weiter zersetzen.

(Siehe Tabelle Seite 44.)

2. Die **physikalischen** Eigenschaften des Humus sind seine geringe Erwärmungsfähigkeit (hohe specifische Wärme), seine sehr geringe Schwere und die große Porosität seiner Körner.



3. Eine wichtige **chemisch-physikalische** Eigenschaft des Humus ist seine Absorptionskraft für Ammonium.

§ 29 (§ 28). Bodenlösung.

Das außer den Mineralien und Humusteilen im Boden befindliche Wasser löst zunächst Kohlensäure und als kohlensaures Wasser auch andere Stoffe in sich auf, so daß eine **Bodenlösung** entsteht, die den Pflanzenwurzeln die Nahrung darbietet.

Eigentümlich ist die sich ziemlich gleich bleibende Konzentration (Gehalt an gelösten Stoffen) der Bodenlösung, die für die gleichmäßige Ernährung der Pflanzen sehr wichtig ist. Bei Vermehrung des Wassers, also bei Verdünnung, löst die Bodenlösung aus den Bodenteilchen mehr auf und ergänzt dadurch die Konzentration; bei Abnahme des Wassers hingegen scheidet durch Auskryställisieren oder durch Absorption ein Teil der gelösten Stoffe wieder aus, so daß die Konzentration sich stets ziemlich gleich bleibt.

§ 30 (§§ 29 u. 30). Korndurchmesser, Korngröße, Schlämmvorrichtungen.

1. Auf die verschiedenen **Korndurchmesser** werden wir am besten durch die Betrachtung der bekannten Bodenarten des Lehmes und Sandes geführt, bei der wir finden, daß der Lehm aus feinen, der Sand aus groben Körnern besteht. Die Bedeutung des Korndurchmessers tritt besonders stark hervor, wenn wir den einen Teil eines Steins, z. B. eines Granitstückes, grob, einen andern Teil fein pulvern, so daß daraus teils Sand, teils Lehm entsteht, oder wenn wir im Gebirge auf anstehendem Gestein grob und fein zertrümmertes Material (Sand und Lehm) aufsuchen. In beiden Fällen werden Sand und Lehm sehr wesentliche Verschiedenheiten aufweisen, und doch unterscheiden sie sich nicht durch die mineralogische Zusammensetzung, sondern

nur durch den Korndurchmesser. Der Korndurchmesser ist die zweite Grundeigenschaft des Bodenkorns.

2. Die **verschiedenen Korndurchmesser** bedingen auch eine verschiedene Benennung der Bodenkörner, und zwar bezeichnet man

die von über 5 mm Durchmesser als Steine,
„ „ 5— 2 „ „ „ grandige Teile,
„ „ 2—0,05 „ „ „ sandige „ ,
„ „ 0,05—0,01 „ „ „ staubige „ ,
„ „ unter 0,01 „ „ „ feinste „ .

Die grandigen und sandigen Teile zusammen pflegen auch Groberde, die staubigen und feinsten zusammen Feinerde genannt zu werden.

Im allgemeinen finden wir in jedem Boden Groberde und Feinerde, beide mit Körnern von verschiedenem Durchmesser vor, nicht etwa, als ob jedem Boden ein bestimmter Korndurchmesser zukäme. An dem verschiedenen Korndurchmesser nehmen sowohl die Mineralien wie der Humus teil, nur daß bei diesem die über 5 mm großen Stücke nicht als Steine, sondern als Pflanzenfasern (z. B. Wurzeln, Stengel, Äste) zu bezeichnen sind. Bei einem Boden können wir daher nicht mehr von einem einheitlichen Korndurchmesser sprechen, sondern fassen vielmehr seine Zusammensetzung aus Bodenkörnern mit verschiedenem Durchmesser als **Korngröße des Bodens** zusammen.

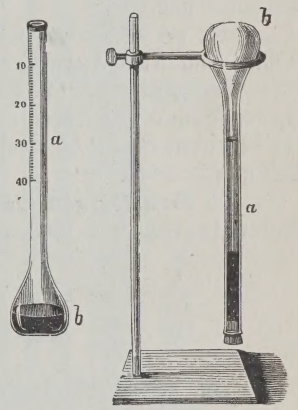


Fig. 26. Bennigsen'sche Schlämmflasche.

3. Die Trennung der Bodenkörner nach der Korngröße nennt man im Gegensatze zur chemischen die **mechanische Analyse.** Geräte zur Ausführung derselben sind Siebe mit verschiedener Lochweite und die Schlämmvorrichtungen.

3a. Die **von Bennigsen**'sche **Schlämmflasche** besteht aus einem Glaskolben (Fig. 26) b mit cylindrischem Halse a, der mit einer Teilung (in Kubikcentimetern) versehen ist.

Bei dem Gebrauch werden ungefähr 10 g Boden zum Auflockern der Erdklumpen mit Wasser schwach gekocht, durch ein Sieb von Steinen und Pflanzenfasern befreit und mit so viel Wasser in die Schlämmflasche gespült, daß deren Kolben zu zwei Dritteln gefüllt ist. Hierauf schüttelt man die mit einem Kork verschlossene Schlämmflasche tüchtig durch, kehrt sie um, schüttelt nun leise und hängt die Schlämmflasche

auf. Die groben Teile fallen am schnellsten zu Boden und nehmen den untersten, die feinen den darüber befindlichen Raum ein. Nach einer Stunde kann man an der Teilung die Raumprozente ablesen.[1])

3b. Zwei genau arbeitende Schlämmvorrichtungen, die das Abwiegen der getrennten Bodenanteile mit den verschiedenen Korndurchmessern gestatten, sind die **Kühn**'sche und die **Schöne**'sche **Schlämmvorrichtung.**

§ 31. Die Einteilung der Eigenschaften des Bodenkorns.

Die Eigenschaften des Bodenkorns sind entweder **Grundeigenschaften,** welche sich nicht mehr von anderen abhängig machen lassen, oder **abhängige Eigenschaften,** die von den Grundeigenschaften abzuleiten sind.

Wie der Gesamtboden sich aus den Bodenkörnern zusammensetzt, so sind auch seine Eigenschaften nur als die Summe der Eigenschaften aller Bodenkörner zu betrachten. Die Grundeigenschaften der Bodenkörner sind daher auch gleichzeitig die Grundeigenschaften der Bodenarten, da von ihnen alle sonstigen Eigenschaften der Bodenkörner abhängen.

Die **Grundeigenschaften des Bodens** sind: 1. die chemisch-mineralogische Kornbeschaffenheit und 2. die Korngröße.

E. Bodeneigenschaften.

§ 32. Das Verhalten des Bodens zum Wasser.

1. Die **wasseraufsaugende Kraft** des Bodens nennen wir dessen Fähigkeit, in seinen Hohlräumen Wasser aufzusaugen, und führen sie auf die Haarröhrchenkraft, diese wieder auf die Anhangskraft zurück. Die Haarröhrchenkraft wirkt nicht nur in Röhren mit genau kreisrundem Querschnitte, sondern auch in Spalten und anderen beliebig gestalteten Hohlräumen, deren Wände einander sehr nahe liegen.[2])

---

[1]) Man kann dieselben auch in Gewichtsprozente umrechnen, indem durchschnittlich 1 ccm grobe Teile 1,5 g und 1 ccm staubige Teile 1,1 g wiegen, die feinsten (noch nicht abgesetzten) Teile bestimmt man durch Differenz.

[2]) Am leichtesten weist man das durch zwei Glasplatten nach, die man derart in Wasser stellt, daß sie mit einer Kante zusammenstoßen. Verkleinert man den Winkel, den die Platten an der gemeinsamen Kante bilden, so steigt das Wasser zwischen ihnen in die Höhe. Der Spiegel des aufsteigenden Wassers macht dabei einen Bogen und steigt um so höher auf, je näher aneinander die Platten sich nach der Kante zu befinden.

Die Stärke der wasseraufsaugenden Kraft ist in feinkörnigen Bodenarten viel größer als in grobkörnigen, da die Hohlräume zwischen feinen Körnern weit zahlreicher und enger sind, als die zwischen groben Körnern. Man weist das leicht an Röhren nach, die mit verschiedenen Bodenproben gefüllt und in Wasser gestellt werden. (Fig. 27.)

Die wasseraufsaugende Kraft hat insofern Bedeutung für den Boden, als sie ihm die Fähigkeit giebt, in regenloser Zeit Wasser aus dem Untergrunde (Grundwasser) aufzusaugen und so die Erde trotz der fortwährenden oberflächlichen Verdunstung feucht zu erhalten. Einerseits

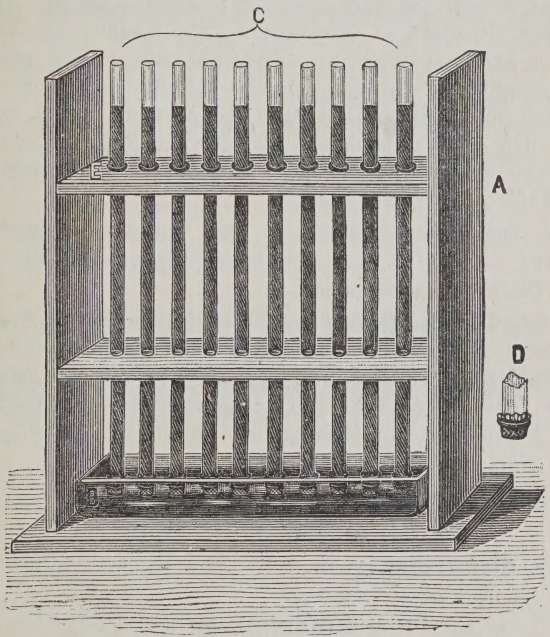


Fig. 27. Aufsaugen des Wassers.

wird dadurch der Boden in chemischer Thätigkeit erhalten, andererseits kann das Wasser als Bodenlösung den Pflanzen dauernd Nahrung zuführen.

Die wasseraufsaugende Kraft hängt, da die Weite und Zahl der Zwischenräume in Betracht kommt, von der „Korngröße“ und, da die Anhangskraft in Betracht kommt, von der „mineralogischen Zusammensetzung“ ab.

Die Regelung des Emporsteigens des Wassers im Boden nimmt der Landwirt durch das Lockern (Eggen, Schälen, Hacken) und

durch das Festigen (Walzen) vor. Das Lockern schafft in der obersten Bodenschicht sehr große Zwischenräume und hindert das Wasser daran, bis zur Erdoberfläche aufzusteigen. Es gelangt daher sehr spärlich an die Luft und kann nur in geringen Mengen verdunsten, so daß zwar die oberste Bodenschicht stark austrocknet, aber dem darunter befindlichen Boden die Feuchtigkeit erhalten bleibt. Umgekehrt befördert das Festigen des Bodens das Aufsteigen des Wassers bis zur Erdoberfläche, läßt es in größerer Menge verdunsten und macht den Boden trockener.

2. **Wasserfassende Kraft** nennen wir die Fähigkeit des Bodens, eine gewisse Menge von oben kommenden Wassers in sich festzuhalten und vor dem Versinken zu bewahren. Sie läßt sich, wie die wasseraufsaugende Kraft, auf die Haarröhrchenkraft und im weiteren auf die Anhangskraft zurückführen und hängt daher auch von der Korngröße und mineralogischen Zusammensetzung ab. Man weist das nach, indem man den in Röhren eingefüllten verschiedenen Bodenproben abgemessene Mengen Wassers so lange zuführt, bis dasselbe unten abzutröpfeln beginnt.

Die wasserfassende Kraft ist für den Boden insofern von Bedeutung, als sie in ihm nach jedem Regen einen Teil des einsinkenden Wassers sogleich festhält.

3. Die **Durchlässigkeit** des Bodens ist die Eigenschaft desselben, Wasser schnell und reichlich durch seine Zwischenräume durchsickern zu lassen. Es setzt diese Eigenschaft das Vorhandensein zahlreicher größerer, nicht als Haarröhrchen wirkender Hohlräume des Bodens voraus. Je grobkörniger ein Boden ist, um so größer ist seine Durchlässigkeit.

§ 33. Das Grundwasser.

Das **Grundwasser** ist das blanke Wasser, welches wir in einiger Tiefe im Boden vorfinden.

1. Es verdankt seine **Ansammlung** dem Wechsel durchlassender (sandiger) und undurchlassender (lehmiger) Schichten im Boden. Das Regen- und Schneewasser sinkt in den Boden ein, bis es von einer undurchlassenden Schicht aufgehalten wird. Bildet diese Schicht eine Mulde, so entsteht ein unterirdischer Grundwassersee, bildet sie eine geneigte Fläche, so fließt das Grundwasser, ebenso wie das Oberflächenwasser, nach tiefer gelegenen Stellen ab; es fließt aber viel langsamer ab und gebraucht ein viel größeres Gefälle dabei. Wenn das Grundwasser durch die Lage der undurchlassenden Schicht gezwungen wird, an die Erdoberfläche zu treten, so bildet es je nach der Art des Abflusses eine Quelle oder eine stehende Wasserfläche (Teich, See). Der

Oberflächenwasserspiegel und der Grundwasserspiegel auf aneinander grenzendem Gelände bilden eine zusammenhängende Wasserspiegelfläche.

2. Die **Höhe des Grundwasserstandes** wechselt nach der Witterung, sie steigt bei Regen und sinkt bei Dürre. Sie ist für die Kultur sehr wichtig, weil das Grundwasser den Wasservorrat bildet, aus welchem der Boden neues Wasser heraufsaugt, und weil die Stärke und die Schnelligkeit des Aufsaugens mit der Saughöhe abnehmen. Wir unterscheiden 1. zu hohen, 2. zu niedrigen und 3. den richtigen Grundwasserstand.

3. Die **Bedeutung des Grundwasserstandes** beruht darauf, daß der zu hohe Grundwasserstand wegen der Gefahr der Bildung von Humussäuren schädlich ist, während der zu niedrige Grundwasserstand durch den Mangel an Wasser schadet, welches den Boden zu chemischer Thätigkeit anregen und die Pflanzen ernähren soll (Schrind- oder Brandstellen, Dünenbildung). Für Wiesenpflanzen, welche frischen (feuchten) Boden lieben, ist ein Grundwasserstand von 30 bis 60 cm, für Ackerkultur ein solcher von 1 bis 1,5 m unter der Erdoberfläche erwünscht. Bei grobkörnigem Boden ist ein höherer Grundwasserstand besser als bei feinkörnigem.

§ 34. Das Verhalten der Bodenkörner zu einander und zu Geräten.

1. **Bindigkeit** nennen wir die Eigenschaft des Bodens, mit seinen Körnern mehr oder weniger fest aneinander oder an den Geräten zu haften. Wir unterscheiden dabei drei Zustände des Bodens, den trockenen losen, den nassen und den trockenen festen Zustand.

2a. Das Anhaften der Bodenkörner aneinander und an Geräten im **trockenen losen Zustande** beruht auf der Anhangskraft, die an der Berührungsstelle der Körper wirkt (z. B. Staubansammlung). Das Anhaften ist infolge der größeren Zahl von Berührungsstellen bei feinkörnigem Boden größer, als bei grobkörnigem, nie aber so stark, daß die Trennung der Bodenkörner bei der Lockerung mit Geräten dadurch wesentlich erschwert würde.

2b. Das Anhaften der Bodenkörner im **feuchten Zustande** ist stärker als im trockenen losen, da das die Zwischenräume mehr oder weniger füllende Wasser auch seinerseits noch die getrennten Bodenkörner durch Anhangskraft verbindet. Infolge der zahlreicheren Berührungsstellen und des reichlicher in den Zwischenräumen aufgenommenen Wassers wird das Anhaften bei feinkörnigem feuchten Boden viel stärker sein als bei grobkörnigem. Die Bodenkörner erschweren die Arbeit durch den unmittelbaren Widerstand gegen eine Trennung und durch die vergrößerte Reibung der Geräte am Boden, machen gewisse Arbeiten

durch Ankleben an den Geräten (z. B. an Walzen) unmöglich und vereinigen sich nach ihrer Trennung durch Geräte von neuem (das Schmieren beim Pflügen und Eggen).

2c. Das Aneinanderhaften der Bodenkörner im **trockenen festen Zustande** beruht auf der Verkittung der Bodenkörner. Der trockene feste Zustand tritt jedesmal ein, wenn der Boden nach einer Durchfeuchtung völlig austrocknet; das Wasser der Bodenlösung verdunstet und die darin gelösten Stoffe scheiden sich zwischen den Bodenkörnern in festem Zustande zum Teil als Kitt aus (ähnlich wie es bei der Bildung von Ortstein oder Sandstein geschieht).[1]) Feine Bodenkörner verkitten sich viel stärker als grobe, weil einerseits die Zwischenräume enger und leichter mit Kitt anzufüllen und weil andererseits die verkitteten Stellen zahlreicher sind. Das Verkitten der Bodenkörner führt zur Bildung einer **festen Kruste** des Bodens, die dem Eindringen der Geräte und dem Zerkleinern des Bodens mit zunehmender Stärke einen immer bedeutenderen Widerstand entgegensetzt und durch die Beseitigung der Zwischenräume den Zutritt der Luft behindert.

3. Als **Mittel gegen die Verkrustung** wenden wir a) die Beschattung an, die das Austrocknen und das Verkitten verhüten soll, b) das Auflockern der obersten Bodenschicht, wie man es durch Schälen, Eggen, Hacken und Häufeln erzielt. Hierdurch wird dem Aufsteigen des Wassers im Boden bis zur Oberfläche und seiner Verdunstung, also dem Austrocknen des Bodens, entgegengewirkt. Eine bereits eingetretene Verkrustung muß man durch Pflügen unterbrechen; dann zerkleinert man die hierbei entstandenen Schollen mit Hülfe kleiner, scharf schlagender Eggen, deren Wirkung man durch recht eiligen Schritt der Zugtiere zu verstärken sucht; auch kann man die Ringelwalze, den Schollenbrecher (S. 91, 92) und den Kloßhammer — einen schweren hölzernen Hammer mit langem Stiele — in Anwendung bringen. Am einfachsten zerstört ein zur rechten Zeit eintretender durchdringender Regen die Verkrustung, indem er den die Bodenkörner verbindenden Kitt wieder auflöst. Kalkhaltiger oder mit Kalkdüngung versorgter (gemergelter) Boden läßt die Verkrustung nach einiger Zeit infolge Verwitterung und Lockerung des Kittes verschwinden. Auch ein stärkerer Frost und die Ausdehnung der dabei gefrierenden Bodenfeuchtigkeit kann die Verkrustung beseitigen.

Bindige Böden werden um der Schwierigkeit ihrer Behandlung und Bearbeitung willen auch als *schwere*, wenig bindige als *leichte* Böden bezeichnet.

---

[1]) Hierher gehört auch die Erscheinung, daß eine Kopfdüngung mit Chilisalpeter den Boden leicht verkrusten läßt.

§ 35. Verhalten des Bodens zur Wärme.

1. Die **Bedeutung** der Wärme im Boden liegt darin, daß sie die chemische Thätigkeit desselben anregt und Frostschäden bei den Pflanzen verhütet. Ein „warmer" Boden läßt ferner das Pflanzenwachstum im Frühjahr schneller beginnen.

2. Die **Quellen** der Wärme sind die Sonne und in geringem Maße auch die chemischen Vorgänge im Boden.

3. Die **Erwärmungsfähigkeit** der Ackerkrume, die mit der aufgenommenen Wärmemenge nicht gleichen Schritt hält, hängt in erster Linie von dem Wassergehalte des Bodens ab. Das Wasser muß mit dem Boden zugleich erwärmt werden und verbraucht dabei um so mehr Wärme für sich, als seine specifische Wärme (die Wärme, welche es gebraucht, um seine Temperatur um 1^0 C. zu erhöhen) viel größer ist, als die des Humus und der Mineralien. Dazu kommt, daß das Wasser die Wärme leicht nach dem Untergrund leitet und so der Ackerkrume entzieht, endlich daß es beim Verdunsten viel Wärme verbraucht. Nasse schwere Böden werden sich nach jeder Abkühlung erst später erwärmen als leichte trockene. Eine Abhülfe bei sehr nassen schweren Böden ist nur durch Drainage (§ 137) möglich.

4. Die **Abkühlungsfähigkeit** in der Ackerkrume wird für den Eintritt von Nachtfrösten im Frühjahr und im Sommer wichtig; sie hängt von dem Boden und der Beschaffenheit der Luft ab.

Bei dem Boden findet der Wärmeverlust durch Ausstrahlung statt, und zwar strahlen alle Böden an und für sich gleichmäßig aus; die Wärmeerniedrigung vollzieht sich jedoch dadurch verschieden, daß die Wärmeleitung von unten her bald mehr, bald weniger Ersatz leistet, und daß der Wärmevorrat im Boden verschieden ist. Bei Nässe ist der Ersatz aus dem Untergrunde ein schneller, der Wärmevorrat größer, und Nachtfröste treten daher nicht so leicht auf, wie bei Dürre. Der durch dunkle Farbe sich anzeigende Humusgehalt ist wegen der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit des Humus dem Wärmeersatze aus dem Untergrunde hinderlich und begünstigt die Nachtfröste. Je trockener und humoser (dunkler) daher Böden sind, um so leichter kommen Nachtfröste vor.

Bezüglich der Beschaffenheit der Luft ist selbstverständlich ihre Temperatur, daneben aber ihre Klarheit von Bedeutung. Wolken oder Dunst wirken wie ein Ofenschirm, werfen die ausgestrahlte Wärme wieder zurück und arbeiten den Nachtfrösten entgegen, während ein recht klarer Himmel sie begünstigt. Bewegung der Luft ist den Nachtfrösten hinderlich.

Als Ursachen bei der Entstehung von Nachtfrösten wirken also Dürre und Humusgehalt des Bodens, sowie Kälte und Klarheit der

Luft in der Regel zusammen und machen es erklärlich, daß je nach ihrem Zusammentreffen ein Strich Landes weit härter getroffen wird, als ein benachbarter.

5. Als **Maßregeln zur Verhütung von Nachtfrösten** läßt sich bei großen Moorflächen nur das Eindecken mit Sand (Moorkultur) und bei Wiesen ein Anstauen des Wassers oder eine Rieselung nennen, indem dadurch der Wärmeersatz aus dem Untergrunde gefördert und der Wärmevorrat vermehrt wird. Bei kleinen Flächen (Samenbeeten, Wein- und Hopfengärten) kann man die gleiche Wirkung durch Angießen, womöglich mit lauem Wasser, erzielen, oder den Schutz gegen Ausstrahlung durch einen Schirm bieten. Als solcher kann das Bedecken mit Zweigen, Matten, Decken und Stroh, oder die Erzeugung künstlicher Rauchwolken von der Windseite her durch Anzünden von Lappen, Pech, nassem Stroh oder nassem Strauchwerk dienen.

§ 36. Verhalten des Bodens zu fremden Körpern.

1. Als **Thätigkeit** des Bodens bezeichnen wir seine Fähigkeit, fremde, in ihn gelangende Körper chemisch zu verarbeiten und sich dabei selbst zu verändern. Sie hängt sowohl von der Korngröße, als auch von der mineralogischen Zusammensetzung ab. Die Korngröße bedingt einerseits die Tiefe der Einwirkung der Zersetzungs- und Lösungsmittel auf die Teilchen des Bodens, indem große Körner beim Zerschlagen neben der Verwitterungsrinde einen frischen, unzersetzten Kern aufweisen, der kleinen Körnchen völlig fehlt. Andererseits gewährleistet die richtige Mischung grober und feiner Körner am besten die regelmäßige Abwechslung von Luft und Wasser im Boden und damit die günstigste Anregung seiner chemischen Thätigkeit. Die mineralogische Zusammensetzung ist insofern für die Thätigkeit wichtig, als ein mäßiger Kalk- und Humusgehalt die Einleitung chemischer Vorgänge bei der Zuführung fremder Körper erfahrungsgemäß günstig beeinflußt.

2. Die **Absorptionskraft des Bodens für fremde, in ihn gelangende Körper** ist wichtig, weil sie die Ansammlung eines größeren Vorrates an Pflanzennahrung im Boden gestattet. Sie hängt von der mineralogischen Zusammensetzung und der Korngröße ab.

Die mineralogische Zusammensetzung ist von Einfluß, insofern bei der Absorption die wichtigen Pflanzennährstoffe durch chemische Verwandlung aus leicht löslicher in schwerer lösliche Form gebracht, dadurch vor dem Auslaugen geschützt und den Pflanzen allmählich nutzbar gemacht werden. Phosphorsäure wird durch kohlensauren Kalk (Kalkstein, Kreide), durch das als Verunreinigung von Mineralien oder auch rein ausgeschiedene Eisenhydroxyd (Raseneisenstein) und durch das Aluminium zersetzlicher Aluminiumverbindungen

(Zeolithe) gebunden, das Kali durch die Kieselsäure (Zeolithe). Der Stickstoff wird in der Form von Ammoniumsalzen durch Kieselsäure (Zeolithe), sowie durch Humus gebunden — nicht aber in Form der Salpetersäure, wie beim Chilisalpeter —. Für die Absorption wichtiger Pflanzennährstoffe ist daher die Gegenwart von kohlensaurem Kalk, Eisenhydroxyd, zersetzlichen Aluminium- und Kieselsäureverbindungen und Humus, d. h. von Kalkstein, Kreide, Raseneisenstein, Zeolithen und Humus günstig. Kaolin wirkt oft stark absorbierend, insofern es der Natur seiner Entstehung nach viel Zeolithreste enthält.

Die Korngröße kommt bei der Absorption in Betracht, weil diese auf der Oberfläche der Bodenkörner und daher um so stärker vor sich geht, je größer die dargebotene Oberfläche ist. Die Oberflächensumme der Bodenkörner von 1 kg feinkörnigen Bodens ist aber viel größer, als die von 1 kg grobkörnigen Bodens. Ein Bodenkorn von 1 kg Gewicht hat eine gewisse Oberfläche; schlagen wir es in kleine Stücke, so treten immer neue Bruchflächen als neue Oberfläche hinzu, so daß die Summe der Oberflächen aller Stückchen wächst, je mehr wir sie zerkleinern. Feinkörniger Boden bietet daher dem Absorptionsvorgange auf seinen Bodenkörnern eine viel größere Oberflächensumme dar, als grobkörniger.[1])

F. Die Bodenarten.

§ 37. Die Einteilung und Bezeichnung der Bodenarten.

1. Die **Grundeigenschaften** des Bodens sind (wie wir in § 26, § 30 und § 31 sahen) die mineralogische Zusammensetzung und die Korngröße; von ihnen lassen sich alle andern Eigenschaften (abhängige Eigenschaften) ableiten; auch die Unterschiede der Bodenarten müssen auf Verschiedenheiten in den Grundeigenschaften zurückgeführt und diese der Einteilung der Bodenarten zu Grunde gelegt werden.

Da die mineralogische Zusammensetzung größere Unterschiede der Bodenarten bedingt und daher wichtiger ist, so teilen wir nach ihr zunächst die Bodengruppen, und diese nach der Korngröße in Bodenarten ein.

2. Entsprechend der Einteilung der Bodenkörner nach der mineralogischen Zusammensetzung in Mineral- und Humuskörner teilen

[1]) Bei Humuskörnern kann die für die Absorptionsvorgänge an sich verfügbare Oberflächensumme noch durch die Porosität derselben wesentlich vermehrt werden.

wir auch die **Bodengruppen** in Mineralböden, die vorwiegend aus Mineralien bestehende Bodenkörner, und in Humusböden ein, die vorwiegend aus Humus bestehende Bodenkörner besitzen. Die Grenze zwischen beiden Bodengruppen wird bereits bei 20 % Humusgehalt (dem Gewichte nach) gefunden, da der Humus seines geringen spezifischen Gewichts wegen dabei räumlich schon die Hälfte des Bodens ausmacht. Beide Bodengruppen sind nicht scharf getrennt, sondern weisen Übergangsstufen auf.

3. Die **Bodenarten** erhalten wir durch weitere Einteilung der Bodengruppen nach der Korngröße.

Die Mineralböden zerfallen nach dem Gehalt an feinsten Teilen in

Sandboden mit unter 3 % feinster Teile,
lehmigen Sandboden „ 3 bis 12 „ „ „ ,
sandigen Lehm „ 12 „ 20 „ „ „ ,
Lehm „ 20 „ 50 „ „ „ ,
und **schweren Lehm** „ über 50 „ „ „ .

Von dem Sandboden ist der **Kies-** oder **Grandboden** zu trennen, der sich von ihm durch den Gehalt von über 12 % grandiger Teile unterscheidet.

Die Humusböden teilen wir nach der Korngröße in **Torfboden** mit vorwiegend groben, und **Moorboden** mit vorwiegend feinen Humuskörnern ein.

Bodengruppen	Bodenarten	Gehalt an grandigen Teilen > 2 mm	Gehalt an feinsten Teilen < 0,01 mm
		%	%
Böden: Mineralböden: (< 20 % Humus)	Kiesboden . . .	über 12	unter 3
	Sandboden . . .	unter 12	„ 3
	lehmiger Sandboden	„ „	3—12
	sandiger Lehmboden	„ „	12—20
	Lehmboden . . .	„ „	20—50
	schwerer Lehmboden	„ „	über 50
Humusböden (> 20 % Humus)	Torfboden / Moorböden	vorwiegend	grobe / feine Teile

Wie die Zwischenstufen lehmiger Sand und sandiger Lehm, kommen auch lehmiger Grand und grandiger Lehm u. s. w. vor.

4. Zur kürzeren **Bezeichnung** der Bodenarten bedient man sich jetzt auch der Zeichen G für Grand, S für Sand, L für Lehm, Th für Thon oder schweren Lehm, M für Mergel, K für Kalk und H für Humus oder Moor. Bei zusammengesetzten Zeichen bedeutet das erste ein Eigenschaftswort, das zweite ein Hauptwort, z. B. LS = lehmiger Sand. Ein Strich über dem ersten Zeichen heißt „stark", ein Häkchen „schwach"; z. B. $\bar{L}S$ = stark lehmiger Sand, $\check{L}S$ = schwach lehmiger Sand. Ferner kann man auf Bodenkarten die Bodenarten durch Farben oder Schraffierung andeuten (Geologische Landesanstalt).

§ 38. Das Bodenprofil.

1. **Bodenprofil** nennt man das Bild, welches man bei dem senkrechten Durchschneiden des Bodens auf der Schnittfläche erhält. Wir gewinnen das Bodenprofil durch das senkrechte Abstechen der Erde in Probegruben oder an Bacheinschnitten, steilen Abfällen, Sand-, Lehmgruben u. s. w., oder durch Bohrlöcher, welche wir mit Tellerbohrern herstellen (Fig. 28).

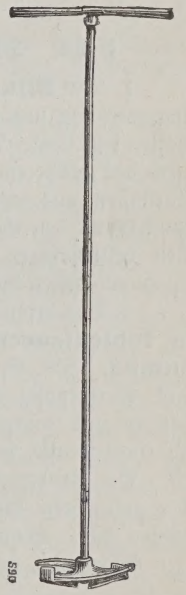


Fig. 28. Tellerbohrer.

Das Bodenprofil zeigt nicht immer ein nach der mineralogischen Zusammensetzung und der Korngröße gleichartiges Gemenge der Bodenkörner bis zu großer Tiefe, sondern oft wesentliche Verschiedenheiten in den übereinander liegenden Schichten.

2. Die **Bedeutung** der Verschiedenheit der übereinander lagernden Bodenschichten, wie diese im Bodenprofil zum Ausdruck gelangt, beruht a) auf ihrem Feuchtigkeitsgehalte, b) auf der Unterstützung der oberen Bodenschicht (Ackerkrume) durch die tiefere (Untergrund, § 44) bei der Pflanzenernährung, sowie c) auf der Möglichkeit der Melioration (Verbesserung) der oberen Bodenschicht (Ackerkrume) durch Heraufbringen der tieferen (des Untergrundes).

a) Hinsichtlich des Feuchtigkeitsgehaltes bedingt ein undurchlassender Untergrund eine nassere, ein durchlassender eine trockenere Ackerkrume. b) Die Unterstützung der Ackerkrume durch den Untergrund bei der Pflanzenernährung kann bei lockerer und chemisch günstiger Beschaffenheit des Untergrundes durch das aufsteigende Wasser

oder durch Anbau tiefwurzelnder Gewächse erfolgen. c) Zur Verbesserung der Ackerkrume kann bei Kalkarmut derselben ein kalkhaltiger Untergrund (Mergeln), bei mooriger Ackerkrume der im Untergrund befindliche Sand (Moorkultur) dienen.

Wie bei einzelnen Bodenarten, kann man auch bei Profilen die Zeichen L, S u. s. w. anwenden und die Mächtigkeit der einzelnen Schichten in Decimetern daneben angeben, z. B. $\frac{LS\ 2}{L\ 10}$, d. h. lehmiger Sand 20 cm mächtig, darunter 1 m Lehm. Ein + bei der untersten Schicht heiß dann: man hat ihre untere Grenze nicht mehr erreichen können.

3. Die **Benennung** der Bodenarten erfolgt nicht nach dem Profil, sondern nach der Ackerkrume; andernfalls würden wir eine unendliche, unübersichtliche Anzahl von Bodenarten erhalten.

§ 39. Die Mineralböden im allgemeinen.

1. Die **Mineralböden** wechseln in ihrer mineralogischen Zusammensetzung und ihrer Korngröße und darum auch in ihren Eigenschaften sehr stark. Den Humusböden gegenüber zeichnen sie sich jedoch alle durch den größeren oder geringeren Reichtum an mineralischen Pflanzennährstoffen aus, während es ihnen an dem Stickstoff fehlt, der dem Humus aus den Eiweißkörpern der Pflanzen und Tiere zuwächst. Auf allen kulturfähigen Mineralböden macht sich daher im Gegensatz zu den Humusböden die Düngung mit stickstoffhaltigen Düngemitteln bezahlt.

2. Von besonderer Bedeutung für alle Mineralböden ist ihr **Gehalt an kohlensaurem Kalk** (Kalkstein und Kreide u. s. w.) **und an Humus.** Der Gehalt an Kalkstein und Kreide macht den Boden durch Versorgung der Bodenlösung mit gelöstem kohlensaurem Kalk thätiger und wärmer und begünstigt bei feinkörnigen Böden den Zerfall einer Kruste, bei grobkörnigen durch große Adhäsion deren Bindigkeit. Der Landwirt zeichnet daher auch die Bodenarten mit größerem oder geringerem Gehalt an kohlensaurem Kalk durch besondere Bezeichnungen aus. Man bezeichnet nämlich:

Böden mit unter 2 % kohlensaurem Kalk als kalkarm,
" " 2 bis 10 " " " " mergelig
und " " über 10 " " " durch den Zusatz: Mergel, z. B. Sandmergel und Lehmmergel. Einen Boden, der über 75 % kohlensauren Kalk enthält, nennt man auch Kalkboden.

Der Gehalt an Humus fördert durch reichliche Bildung von Kohlensäure die Zersetzung im Boden, versorgt den Boden mit etwas Stickstoff, erhöht die Absorptionskraft und macht den zu lockeren Boden bindiger, den zu festen lockerer. Man unterscheidet daher die Mineral-

böden mit etwas Humusgehalt ebenso, wie die kalkhaltigen Böden, durch besondere Bezeichnungen und nennt

Böden mit unter 3 % Humus humusarm,
" " 3—15 " " humos
und " " 15—20 " " humusreich.

§ 40. Die Mineralböden im einzelnen.

1. Der **Kies- oder Grandboden** (Kies oder Grand) besitzt eine geringe wasseraufsaugende Kraft und kann daher nur dann landwirtschaftlich benutzt werden, wenn ein undurchlassender Untergrund oder ausnahmsweise ein größerer Gehalt an feinsten Teilen seine Feuchtigkeit vermehrt. Die Absorptionskraft ist eine sehr geringe. Besteht der Grand aus unveränderlichen Mineralien (z. B. Quarz), so ist er überhaupt unfruchtbar, im anderen Falle eignet er sich besser für Waldbau als für Landbau. In feuchter Lage lassen sich gute Bewässerungswiesen auch auf Grandböden herrichten, da für solche die Durchlässigkeit erwünscht ist.

2. Der **Sandboden** (Sand) leidet gewöhnlich unter Trockenheit und verlangt daher einen undurchlassenden Untergrund, sowie einen hohen Grundwasserstand. Er läßt sich leicht bearbeiten und verkrustet nicht, muß aber vor zu weit gehender Lockerung infolge zu vieler Bearbeitung bewahrt werden. Er erwärmt sich im Frühjahr bald und gestattet eine frühe Bestellung. Da es meist an Humus fehlt, so kommen Nachtfröste nicht vor. Seine Absorptionskraft pflegt nicht groß zu sein. Er ist sehr thätig und bedarf einer schwachen, aber häufigen, humusreichen Düngung. Da der Sandboden nicht viel Bearbeitung erfordert, und da er humusbedürftig ist, so wendet man auf ihm gern Gründüngung an. Zur Verbesserung des Sandbodens ist eine Humuszufuhr besonders zweckmäßig. Zur Anlage von Bewässerungswiesen erweist sich der Sandboden, ebenso wie der Kiesboden, seiner Durchlässigkeit wegen als vorzüglich geeignet.

Der Sandboden trocknet, wenn er im Untergrunde bis zu größerer Tiefe ansteht, bei niedrigem Grundwasserstande an der Oberfläche völlig aus. Er überzieht sich dann nicht mit einer Pflanzendecke, wird dagegen vom Winde leicht verweht und bildet den bekannten Flugsand (Dünen).

3. und 4. Der **„Mittelboden" oder lehmige Sandboden und sandige Lehmboden** (lehmiger Sand und sandiger Lehm) gehören in Bezug auf die Korngröße zu den besten Böden, insofern sie bei nicht zu ungünstigem Untergrunde mäßige Feuchtigkeit mit leichter Bearbeitungsfähigkeit vereinigen, auch nicht leicht verkrusten. Sie gestatten, wie die Sandböden, eine frühe Bestellung und

sind Nachtfrösten nicht ausgesetzt. Sie sind thätig und besitzen gewöhnlich eine genügende Absorptionskraft. Bei Mangel an Kalk und Humus ist die Zuführung derselben wegen der Anregung zu chemischer Thätigkeit des Bodens ratsam. Bezüglich der Stalldüngung ist man auf diesen Böden, was Stärke und Zeit der Wiederholung betrifft, ziemlich frei; auch ist Gründüngung noch leicht durchführbar. Für Wässerungswiesen sind sie gut geeignet. Der lehmige Sandboden steht dem Sandboden, der sandige Lehmboden dem Lehmboden näher.

5. Der **Lehmboden** (Lehm) bleibt vor Nässe nur bei durchlassendem Untergrunde bewahrt, während bei undurchlassendem Drainage geboten ist. Er erfordert wegen der notwendigen, häufigen und erschwerten Bearbeitung ein größeres Angespann, als sandige Bodenarten, um so mehr, als die sorgfältige Beachtung des Feuchtigkeitszustandes zur Verhütung einer Verkrustung den Zeitraum für die einzelnen Arbeiten beschränkt. Bei Nässe erwärmt sich der Lehmboden im Frühjahr spät und ist bei größerem Humusgehalt auch Nachtfrösten unterworfen. Er ist, besonders bei Nässe, nicht sehr thätig, besitzt aber gewöhnlich eine große Absorptionskraft. Die Stalldüngung soll zur Erzielung einer gründlicheren physikalischen Wirkung und, da sich der Dünger langsam verbraucht, selten, aber stark erfolgen. Ein größerer Kalk- und Humusgehalt mildert seine ungünstigen Eigenschaften, macht ihn lockerer, thätiger und wärmer, daher Kalk und Humus auch bei einigem Gehalt daran noch mit Vorteil zugesetzt werden. Zu Wässerungswiesen eignet sich der Lehmboden nur unter sorgfältiger Behandlung der Anlage. Bei guter mineralogischer Zusammensetzung, nach Durchführung einer etwa nötigen Drainage und unter vorsichtiger Behandlung kann der Lehmboden zu den fruchtbarsten Böden gehören. Mergeliger Untergrund ist erwünscht.

6. Der **schwere Lehmboden** (schwere Lehm) — in manchen Gegenden **Thonboden** genannt — leidet leicht an Nässe und macht die Drainage nur bei stark durchlassendem Untergrunde entbehrlich, andernfalls ist nur durch Anlage schmaler Beete eine Kultur möglich. Er bearbeitet sich schwer, bedarf möglichst häufiger Lockerung und ist schwer vor dem Verkrusten zu bewahren. Er erwärmt sich im Frühjahr langsam, trocknet erst spät ab und kann daher erst spät bestellt werden. Die auf ihm wachsenden Pflanzen sind besonders in Vertiefungen, in denen sich bei einiger Nässe ein größerer Humusgehalt einstellt, Nachtfrösten ausgesetzt. Seine Absorptionskraft ist in der Regel groß. Er ist sehr unthätig und bedarf seltener, aber sehr starker Stalldüngung, sowie reichlicher Kalkzufuhr. Zur Gründüngung und zur Anlage von Wässerungswiesen eignet er sich

nicht. Bei außergewöhnlich trockener wie auch nasser Witterung schlagen wegen zu starken Zusammentrocknens oder wegen zu großer Nässe die Ernten leicht fehl, so daß der schwere Lehmboden — auch in Anbetracht der großen Schwierigkeit seiner Behandlung — dem milden Lehmboden an Güte erheblich nachsteht.

§ 41. Die Humusböden.

Den **Humusböden** fehlt es bezüglich ihrer mineralogischen Zusammensetzung an mineralischen Teilen, so daß dadurch einerseits an mineralischen Pflanzennährstoffen Mangel herrscht, andererseits die Abstumpfung und die Zersetzung der bei Nässe sich bildenden Humussäuren unmöglich wird. Eine schwache Sandauffuhr mit darauf folgendem Mengen des Sandes mit dem Moor ist nicht von dauernder Wirkung, da der Sand im Moore versinkt; dagegen kann Abhülfe durch starke Düngung mit Ätzkalk oder mit kohlensaurem Kalk, sowie mit Kainit und der sich im Moore schnell zersetzenden Thomasschlacke erfolgen. Verhältnismäßig reich sind die Humusböden hingegen an Stickstoff, so daß eine künstliche Stickstoffdüngung überflüssig ist. Bezüglich der Korngröße kommt in Betracht, daß durch die Porosität der Humusteilchen die Zahl der engen Hohlräume und damit die Oberflächensumme, infolgedessen auch die wasseraufsaugende und wasserfassende Kraft, sowie die Absorptionsfähigkeit wesentlich größer werden. Die Humusböden leiden leicht an Nässe, so daß eine Entwässerung wichtig ist. Unter den andern Eigenschaften der Humusböden ist ihr geringes specifisches Gewicht von Einfluß, weil einerseits die Pflanzenwurzel in der leichten, losen Ackerkrume keinen festen Halt findet und andererseits das Auffrieren der Humusböden, d. h. die Ausdehnung nach oben, infolge der Ausdehnung des gefrierenden Wassers eintritt. Beide Übelstände lassen sich durch Eindecken der Humusböden mit einer 15 cm starken Sandschicht beseitigen, gleichzeitig auch die Nachtfrost-Gefahr, die auf der schlechten Wärmeleitung des trocknen Humus beruht (Moorkultur).

1. Der **Torfboden** (Hochmoor, § 141) stellt meist ein filziges Gemenge aus Resten von Moos, Gras, Wurzeln und verkrüppelten Baumstämmen dar. Er besitzt, da es ihm an mineralischen Bodenkörnern fehlt, die ungünstigen Eigenschaften der Humusböden in hohem Maße. So leidet er an Nässe und Säure, sowie an zu großer Lockerheit, neigt zum Auffrieren und zu Nachtfrösten und erwärmt sich im Frühjahr schwer. Er kann bei einer Entwässerung auch leicht zu trocken werden und saugt dann das Wasser schlecht wieder auf. Bei verhältnismäßigem Reichtum an Stickstoff fehlt es an mineralischen Pflanzennährstoffen. Seine Verbesserung erfolgt durch vorsichtige Entwässerung,

durch Auftragen einer starken Sanddecke, sowie durch starke Düngung mit Kalk, Thomasschlacke und Kainit (Moordammkultur); unter Umständen, d. h. bei sehr schlechter Beschaffenheit, läßt sich nur das Austorfen und die Neubildung der Ackerkrume durch Mischung von Torf und Untergrund unter nachfolgender mineralischer und Stalldüngung anwenden (Mischkultur). Er findet zur Herstellung von Brenntorf, sowie zu der von Torfstreu Verwendung; zu letzterer eignet er sich wegen seines hohen Wasseraufsaugungsvermögens und wegen seiner Absorptionskraft für Ammoniak besonders gut.

2. Der **Moorboden** (Niederungsmoor) zeichnet sich vor dem Torfboden nicht nur durch geringere Korngröße, sondern auch durch reicheren Gehalt an mineralischen Bodenkörnern, hin und wieder sogar durch Kalkgehalt aus. Er leidet zwar auch an Nässe und erwärmt sich im Frühjahr spät, ist aber dem Auffrieren und den Nachtfrösten nicht mehr so stark ausgesetzt, wie der Torfboden. Die freien Humussäuren verschwinden nach einer Entwässerung bald; Phosphorsäure- und Kalidüngung machen sich wegen des verhältnismäßigen Reichtums an Stickstoff oft sehr gut bezahlt. In frischer Lage eignen sich Moorböden recht vorteilhaft zu Wiesen, auf denen nur die Nachtfrostgefahr lästig wird. Vorzügliche Ackerflächen entstehen durch Entwässerung, durch Auftragen einer starken Sanddecke und durch Düngung mit Thomasschlacke und Kainit (Dammkultur). Moorboden, besonders kalkhaltiger, ist ein ausgezeichnetes Verbesserungsmittel für Mineralböden.

Entsprechend der gerade für Moorböden wesentlichen Bedeutung ihres Kalkgehalts hebt man diesen durch ihre Bezeichnung besonders hervor und nennt sie, wie die Mineralböden, kalkarm oder mergelig oder Moormergel.

§ 42. Die praktische Bodenuntersuchung.

1. Die Untersuchung der **mineralogischen Zusammensetzung** kann sich in der **Praxis** nur auf die gröberen Bodenkörner erstrecken, da zu der Untersuchung der staubigen und feinsten Teilchen besonders eingerichtete Mikroskope nötig sind. Man kann aber aus dem Vorkommen von Mineralien in den gröberen Teilen auf ihre und ihrer Zersetzungserzeugnisse Anwesenheit auch in den feinsten Teilen schließen. Die Menge der einzelnen Mineralien läßt sich dabei nur schätzen. Auf den Kalkgehalt kann man bei Betupfen mit Salzsäure aus der Stärke des Aufbrausens (Kohlensäureentwickelung) einen Schluß ziehen. Ein ganz schwaches Aufbrausen entspricht einem Gehalt von 1—2 %, ein stärkeres, aber nicht anhaltendes dem Gehalt von 3—5 %, ein starkes und anhaltendes Aufbrausen einem höheren Gehalt kohlen-

sauren Kalkes. Gleichzeitig giebt uns die Gleichmäßigkeit oder Ungleichmäßigkeit des Aufbrausens einen Anhalt für die Verteilung des kohlensauren Kalkes im Boden. Für den Humusgehalt giebt uns die Färbung des Bodens einen Anhalt, indem derselbe bei Gegenwart von 5% schon dunkler gefärbt erscheint. Die darüber hinaus gehenden Übergänge zum Humusboden lassen sich nur schätzen.

2. Die hin und wieder durch Landwirte veranlaßte **chemische Untersuchung** des Bodens bei einer Versuchs-Station hat so, wie sie gewöhnlich vorgenommen wird, nur einen bedingten Wert, insofern dadurch das Fehlen des einen oder anderen Nährstoffes und die Anwesenheit schädlicher Stoffe festgestellt wird. Bezüglich der vorhandenen Nährstoffe giebt sie uns praktisch nicht verwertbare Angaben, da sie uns nicht sagt, in welchen Verbindungen (Mineralien) die Stoffe sich vorfinden.

3. Die **Korngröße** schätzen wir nach dem Augenschein und vermögen diese Schätzung durch die schnell ausführbare Schlämmung in der Bennigsen'schen Schlämmflasche (vgl. § 30, S. 45) zu unterstützen, an deren Stelle im Notfalle ein an beiden Enden durch einen Kork verschlossener Lampencylinder treten kann, auf den wir zur Anbringung einer Teilung einen Streifen Millimeterpapier aufkleben.

4. Für **praktische Verhältnisse** reicht die wenig zeitraubende Untersuchung der mineralischen Zusammensetzung und der Korngröße durch das Auge, sowie durch Betupfen mit Salzsäure völlig aus.

Die **wissenschaftliche Untersuchung** erfordert eine möglichst genaue mineralogische (geognostische) und chemische Untersuchung, sowie die genaue Untersuchung der Korngröße mit der Schöne'schen Schlämmvorrichtung.

III. Bodenbearbeitung.

A. Vorbegriffe.

§ 43. Ackerkrume und Untergrund. Alte Kraft.

1. Die **Ackerkrume** ist die obere Schicht unseres Bodens, die alljährlich bearbeitet und von Zeit zu Zeit gedüngt wird. **Untergrund** nennen wir die darunter befindliche Bodenschicht, welche nur auf einzelnen Gütern und auch dann nur selten gelockert, niemals aber besonders gedüngt wird.

Äußerlich unterscheidet sich die Ackerkrume von dem Untergrunde durch größere Lockerheit und durch dunklere Färbung.

Innerlich ist die Ackerkrume von dem Untergrunde darin verschieden, daß die Ackerkrume, wie sich viele praktische Landwirte auszudrücken pflegen, die Trägerin der „alten Kraft" ist.

Diesen Ausdruck **„alte Kraft"** verstehen wir leicht, wenn wir die Worte „Kraft" und „alt" einzeln betrachten. Die Ackerkrume soll überhaupt „Kraft" besitzen, d. h. sie soll reichliche Pflanzennahrung enthalten. Indessen genügt eine solche Anhäufung von roher Pflanzennahrung noch nicht, vielmehr soll die Kraft auch eine „alte" sein: Das Feld soll lange Jahre hindurch gut und regelmäßig bearbeitet worden sein. Der Dünger, den wir dem Acker geben, soll durch diese langjährige und regelmäßige Lockerung des Bodens zu vollständiger Verwitterung gebracht und durch das regelmäßige Mischen der Ackerkrume recht gleichmäßig in ihr verteilt sein. Wenn wir demnach von „alter Kraft" sprechen, so meinen wir damit das Vorhandensein reichlicher und fein und gleichmäßig verteilter Pflanzennahrung.

2. Die **Grenze zwischen Ackerkrume und Untergrund** muß von dem Landwirt streng eingehalten werden. Er soll im allgemeinen jährlich die Ackerkrume bis zu ihrer vollen Tiefe beackern. Er darf wohl gelegentlich einmal flacher, aber nie unter Mischen des Bodens tiefer ackern. In diesem Falle würde er Teile der wertvollen Ackerkrume so tief unterbringen, daß sie bei späteren Bearbeitungen nicht mehr getroffen und zu weiterer Verwitterung und Verwertung durch die Pflanzenwurzeln gebracht würden: Wir bereichern den Untergrund auf Kosten der Ackerkrume. Andererseits verschlechtern wir die Ackerkrume durch den heraufgebrachten Untergrund und nehmen ihr zum Teil die „alte Kraft", weil infolge dessen die Pflanzennahrung nicht mehr so reichlich und vor allem nicht mehr gleichmäßig fein verteilt in der Ackerkrume vorhanden ist.[1])

§ 44. Tiefe der Ackerkrume. — Tiefkultur.

1. Der **Tiefe** nach unterscheiden wir eine flache **Ackerkrume** mit weniger als 13 cm Mächtigkeit, eine mittlere mit 13—20 cm und eine tiefe Ackerkrume mit mehr als 20 cm Mächtigkeit.

Die Vorteile einer tiefen vor einer flachen Ackerkrume liegen darin, daß die günstige Wirkung der Bodenbearbeitung viel schärfer hervortritt. Ferner lagert erfahrungsgemäß das Getreide infolge der gesünderen Jugendentwickelung bei tieferer Ackerkrume nicht so leicht, wie bei flacher.

[1]) Wie verhalten sich dabei Besitzer und Pächter? — Die Ackerkrume heißt auch Muttererde, der Untergrund auch toter Boden.

Der Anlage einer tiefen Ackerkrume hat man den besonderen Namen **„Tiefkultur"** gegeben.[1])

2. Als **Bedingungen für die Einführung der Tiefkultur** haben wir a) gute Beschaffenheit des nächsten Untergrundes, b) reichliche Düngung und c) ein allmähliches Vertiefen anzusehen.

a) Die Beschaffenheit des Untergrundes ist wesentlich, da wir bei der Herstellung einer tiefen Ackerkrume die oberste Schicht des Untergrundes in Ackerkrume umwandeln sollen und dazu ohnehin eines gewissen Aufwandes an Mühe und Dungkraft bedürfen. Ist der Untergrund schlecht (z. B. kiesig, eisenschüssig oder sonst ungünstig beschaffen), so werden Mühe und Dungkraft in vermehrtem Maße erforderlich, der Gewinn für die Ackerkrume wird aber kein wesentlicher sein.

b) Rücksichtlich der bei der Vertiefung erforderlichen reichlichen Düngermengen haben wir die Tiefkultur als ein Reizmittel für das Pflanzenwachstum anzusehen. Infolge der vermehrten Verwitterung des Bodens und des Düngers und wegen des größeren Wurzelvermögens werden die Pflanzen zu stärkerem Wachstum angeregt. Damit steigern sich aber die Ansprüche späterer Ernten an den Ersatz der in den vorausgehenden entzogenen Stoffmengen; es werden bei schwacher Düngung anfangs wohl stärkere Ernten erzielt, dann aber wird wegen Bodenerschöpfung ein erhebliches Zurückgehen derselben herbeigeführt.

c) Die Einführung einer tieferen Ackerkrume muß notwendigerweise allmählich und unmerklich vor sich gehen, weil wir andernfalls die vorhandene Ackerkrume mit einer sehr erheblichen Menge des Untergrundes mischen und die alte Kraft der ersteren dadurch vernichten würden.[2])

---

[1]) Von manchen Landwirten wird schon ein zeitweises, in Zwischenräumen von mehreren Jahren wiederholtes tiefes Ackern als Tiefkultur angesehen. Dies ist jedoch schädlich, da immer wieder der tote Boden mit der Ackerkrume vermischt und deren alte Kraft mit jedem tiefen Ackern verringert wird. Ein derartiges Verfahren führt eine Verbesserung des Untergrundes, nicht aber der Ackerkrume herbei. Die in der Regel hiermit beabsichtigte Lockerung des Untergrundes wird zweckmäßiger durch Anwendung des Untergrundpfluges erreicht.

[2]) Erfahrungsgemäß sind viele Pflanzen gegen ein derartiges Heraufholen „toten Bodens" sehr empfindlich. Wir müssen daher die Vertiefung der Ackerkrume unmerklich durchzuführen suchen, indem wir zuerst ein wenig vertiefen und einige Jahre warten, bis die dabei in Arbeit genommene dünne oberste Schicht des Untergrundes zu Ackerkrume geworden ist, und in dieser Weise so bis zur Erzielung der gewünschten Mächtigkeit der Ackerkrume fortfahren. Die jedesmalige Vertiefung nehmen wir zum Anbau solcher Früchte vor, die das Heraufbringen toten Bodens vertragen. Als Zeichen für den richtigen Zeitpunkt zur Einführung der Tiefkultur ist ein oft eintretendes Lagern des Getreides anzusehen.

§ 45. Gare. — Abruhen des Ackers.

1. **Gare** nennen wir den Zustand des Ackers, bei welchem derselbe nicht nur äußerlich (physikalisch) mürbe und locker ist, sondern auch stofflich (chemisch) eine sehr wesentliche Umwandlung erfahren hat, infolge deren die Pflanzennährstoffe eine besonders leicht aufnehmbare Form angenommen haben. Dieselben müssen sich nämlich in eine Form verwandeln, in der sie in der Bodenfeuchtigkeit löslich sind, da die Pflanzenwurzeln sich keine feste Nahrung aneignen, sondern nur die im Boden befindliche Feuchtigkeit mit den darin aufgelösten Stoffen als Nahrung zu sich nehmen können (vergl. S. 17).

2. Die **Mittel zur Erzielung der Gare** sind a) die Bodenbearbeitung, b) die Bodenbeschattung und c) die Düngung. — a) Die Bodenbearbeitung führt einerseits unmittelbar zur Lockerung des Ackers, andererseits hält sie ihn für Wasser und Luft offen und regt ihn zu kräftiger chemischer Thätigkeit an, so daß sich viele Pflanzennährstoffe in die erforderliche, leicht aufnehmbare Form verwandeln können. Luft und Wasser sind nämlich diejenigen überall verbreiteten Dinge auf der Erde, welche Verwitterung und Verwesung herbeiführen, wie es das Verfaulen der Pfähle dicht über der Erde — nicht tief in und nicht hoch über der Erde — beweist. Sorgen wir durch stete Lockerung des Bodens dafür, daß Luft und Wasser abwechselnd reichlich in den Boden gelangen, so werden der Boden und der Dünger in demselben am besten zum Verwittern gebracht und Nährstoffe für die Pflanzen gebildet. Insbesondere soll zu diesem Zweck die Bodenbearbeitung die Entstehung einer festen oberflächlichen Kruste verhindern. b) Der Anbau bodenbeschattender Gewächse ist ein zweites Mittel zum Offenhalten des Bodens für Luft und Wasser, indem durch die Beschattung das Austrocknen und Verkrusten des Bodens verhütet wird. c) Die Düngung hilft bei der Herbeiführung der Gare insofern mit, als sie den Boden zu chemischer Thätigkeit anregt.

Bei der Bodenbearbeitung ist noch besonders auf das **Abruhen des Ackers** zu achten. Darunter ist der Zeitraum zu verstehen, den man zwischen zwei Bearbeitungen des Feldes vorübergehen läßt. Jeder chemische Vorgang bedarf nämlich einer gewissen Zeit zu seiner Vollendung. Hat man den Acker durch Bearbeitung zu chemischer Thätigkeit angeregt, so muß man ihm hierzu eine gewisse Zeit lassen, ehe man die Bearbeitung wiederholt. Das Wort „Abruhen" bezeichnet also nicht ein Ausruhen des Ackers, sondern die Ruhe, welche wir ihm zu ungestörter chemischer Thätigkeit lassen.

3. Die **Kennzeichen** der eintretenden Gare sind das Aufgehen des Ackers, seine Lockerheit und seine Elasticität, eine dunklere Farbe und ein grünlicher Überzug. Das Aufgehen des Bodens entspringt

der starken Gasentwicklung bei der chemischen Thätigkeit desselben. (Vergleiche damit das „Aufgehen" des Brotes.) Gleichzeitig trägt dieses Aufgehen zu der Lockerheit des Bodens bei und bringt auch die Elasticität hervor. Diese zeigt sich darin, daß beim Überschreiten des Feldes der Boden bei jedem Schritt nachgiebt, aber nach dem Aufheben des Fußes sich wieder etwas hebt. Die dunklere Farbe rührt von der vorgeschrittenen Zersetzung des Humus her. Der grünliche Überzug stammt von kleinen Pflanzen (Algen) her, die sich auf der Oberfläche eines garen Bodens gern ansiedeln.

§ 46. Die Brache.

1. Mit **Brache** bezeichnet man das Liegenlassen eines Feldes ohne Bestellung mit Nutzpflanzen, im gewöhnlichen Leben auch wohl das brach liegende Ackerstück selbst. Bleibt das Feld ein ganzes Jahr lang ohne Nutzpflanzen liegen, so nennt man dies ganze oder schwarze Brache (Schwarzbrache); bleibt es etwa von Mitte Juni ab brach liegen, so heißt ein solches Verfahren halbe oder grüne Brache (Grünbrache) oder Johannisbrache. (Johannistag = 24. Juni.)

2. Die **Vorteile der Brachhaltung** liegen a) in der besseren Arbeitsverteilung wegen der Möglichkeit, jederzeit das Feld beliebig zu düngen und zu bearbeiten, da man keine Rücksicht auf eine Pflanzendecke zu nehmen braucht, ferner b) in der Schonung des Nährstoffvorrates im Boden. Der **Nachteil** der Brachhaltung liegt in dem Verluste einer Ernte.

3. Mit Rücksicht auf diesen Verlust muß jeder Landwirt nach **Ersatz der Brache** streben und lieber die wirtschaftliche Unbequemlichkeit schlechterer Arbeitsverteilung auf sich nehmen. In diesem Streben kommen der Hackfruchtbau und die Einführung bodenbeschattender Gewächse sehr zu statten. Wir ersetzen zunächst die ganze durch die halbe Brache, bei der wir im Frühjahre von dem Felde noch Weide oder Grünfutter haben, sodann die halbe Brache durch Anbau von „Brachfrüchten", d. h. von Hackfrüchten oder von bodenbeschattenden Pflanzen. Die Schonung des Vorrates an Pflanzennährstoffen durch die Brache ersetzen wir andererseits durch vermehrte Stall- oder künstliche Düngung, oder durch Einführung von Gründüngung, endlich auch durch verstärkten Anbau tiefwurzelnder Gewächse.

Die Brachhaltung ist heute nur noch da gerechtfertigt, wo ein ausnehmend schwerer Boden dauernd, und wo starke Verunkrautung des Feldes vorübergehend Veranlassung zu besonders ausgiebiger Bodenbearbeitung geben.

B. Die Geräte im allgemeinen.

§ 47. Rohstoffe zum Maschinenbau.

Zur Herstellung von Geräten verwendet man Holz, Eisen und Lagermetall, ferner auch Leder, Hanf und Gummi.

1. Das **Holz** ist leicht und fest, aber nicht so dauerhaft wie Metall. Wir verwenden hartes Holz (Pockholz, Eiche, Buche, Birke und Esche), halbhartes Holz (Lärche) und weiches Holz (Tanne und Fichte). Aus Holz fertigen wir besonders Rahmen und Gestelle an, die, aus Metall hergestellt, zu schwer sein würden, ebenso Stiele und Griffe, da sie wegen der schlechten Wärmeleitung des Holzes sich bei niedriger Temperatur nicht so kalt anfühlen.

Die Haltbarkeit des Holzes suchen wir durch **Schutzmittel** zu erhöhen. Dieselben werden entweder zur Durchtränkung (Imprägnation) oder zum Anstrich des Holzes verwendet. Die Durchtränkung muß bei trockenem Holze in luftdichtem Raume derart ausgeführt werden, daß durch eine Luftpumpe die Luft aus dem Raume und damit auch aus den Poren des Holzes entfernt und dann das Durchtränkungsmittel unter Druck in den Raum eingespritzt wird, worauf sich dasselbe in alle Poren des Holzes hineinzieht. Frisches, d. h. noch im natürlichen Safte stehendes Holz braucht man nur mit seinem unteren Ende in Gefäße mit Durchtränkungsflüssigkeit zu stellen, so daß das Wipfelende nach oben gerichtet ist. Das Durchtränkungsmittel steigt dann von selbst in den Poren des Holzes in die Höhe. Als billiges und leicht von jedermann verwendbares Durchtränkungsmittel ist eine zweiprozentige Kupfervitriollösung zu nennen. Die Wirkung des Kupfervitriols (Blausteins) beruht auf der Eigenschaft, ein sehr starkes Gift für kleine Pilze zu sein und diese als Fäulniserreger nicht aufkommen zu lassen.

Ein Anstrich kann doppelten Zweck haben, nämlich die Durchtränkung der äußersten Holzschicht oder das Überziehen des Holzes mit einer äußeren Decke. In beiden Fällen wollen wir das Einziehen von Feuchtigkeit und damit Fäulnis im Holze verhindern. Im ersteren Falle wählt man einen Öl-, Thran-, Schiffsteer- oder Wasserglasanstrich, welcher letztere gleichzeitig Schutz gegen Feuersgefahr verleiht. Um einen deckenden Anstrich zu erhalten, werden Fette oder Thran mit Farben gemischt und Ölfarben hergestellt. Da in beiden Fällen die verwendeten Mittel allmählich verwittern, so müssen sie von Zeit zu Zeit erneuert werden.

Das oft noch übliche Anbrennen von Pfählen soll das Holz mit einer Kohleschicht umgeben, welche den Zutritt von Fäulniserregern hindert; es muß aber recht gründlich vorgenommen werden. Bei Stangen und Pfählen muß der Anstrich, sowie auch das Anbrennen,

nicht nur soweit vorgenommen werden, als das Holz in der Erde steckt, sondern noch $^1/_2$ m darüber, da gerade an dem dicht über der Erde befindlichen Teile das Holz leicht verfault.

2. Das **Eisen** findet in verschiedener Gestalt, nämlich als Schmiedeeisen, Gußeisen und Stahl Verwendung. Diese unterscheiden sich durch ihren Kohlenstoffgehalt, durch den auch die anderen unterscheidenden Eigenschaften der Eisenarten, nämlich ihre Härte, Dehnbarkeit, Schweißbarkeit, Hämmerbarkeit und ihr Gefüge bedingt werden. Das Schmiedeeisen enthält höchstens 0,5 % Kohlenstoff; es ist weich, dehnbar, hämmerbar, schweißbar und hat ein sehniges Gefüge. Es verbiegt sich leicht, ist aber gegen Bruch widerstandsfähig. Das Gußeisen enthält 5 % Kohlenstoff und ist härter als Schmiedeeisen, aber nicht dehnbar, hämmer- und schweißbar und hat ein körniges Gefüge. Es verbiegt sich nicht, bricht aber leicht. Der Stahl hat 1—2 % Kohlenstoffgehalt, ist sehr hart und läßt sich gießen, schmieden und schweißen. Sein Gefüge ist sehnig oder faserig. Er ist gegen Verbiegen wie gegen Bruch widerstandsfähiger als bezw. Schmiedeeisen und Gußeisen.

Bemerkenswert ist, daß schmiedeeiserne und stählerne Maschinenteile, welche ein sehniges und faseriges Gefüge haben, durch Hämmern oder andauernde Stöße ein körniges Gefüge, wie Gußeisen, erhalten, daß sie dadurch die Widerstandsfähigkeit gegen Bruch langsam verlieren können.

3. Das **Lagermetall** ist eine Legierung aus Kupfer, Zink oder andern Metallen und kann in verschiedener Härte hergestellt werden. Man umgiebt die Zapfen sich schnell drehender Wellen (Achsen) gern mit Lagerstücken von Lagermetall, indem man letzteres etwas weicher herstellt, als den Wellenzapfen, um ein Ritzen und Abnutzen des Wellenzapfens zu verhüten.

4. **Leder, Hanf** und **Gummi** werden zu Riemen, Seilen und zur Dichtung verwendet.

§ 48. Behandlung von Maschinen. — Das Lager.

Die Metallteile sind durch einen Anstrich oder durch Einfetten, die Holzteile durch Anstreichen oder durch Durchtränkung mit Schutzmitteln vor **Rost und Fäulnis** zu bewahren.

Eine **übergroße Inanspruchnahme** durch Anbringen größerer Betriebskräfte, als solche dem Bau der Maschine entsprechen, ist unbedingt zu vermeiden, da die Abnutzung — abgesehen von der Bruchgefahr — eine unverhältnismäßig große ist.

Vorgefundene **Schäden** sind sofort auszubessern, weil unter denselben oft die ganze Maschine leidet. Besonders ist ein Stoßen und

Schlagen zu verhüten, da dasselbe die ganze Maschine fortwährend erschüttert, die Verbindungen lockert, das sehnige Gefüge schmiedeeiserner und stählerner Teile in ein körniges verwandelt und dadurch die Bruchgefahr erhöht.

Ganz besondere Sorgfalt erfordert die Behandlung der **Maschinenlager,** in welchen die Wellenzapfen laufen. Wir unterscheiden bei dem Lager den Lagerrahmen und die Lagerstücke. Der Lagerrahmen besteht aus einer unteren und einer oberen Lagerplatte, sowie aus zwei Schraubenbolzen mit Schraubenmuttern. Er dient zum Zusammendrücken der Lagerstücke, wie zur Verbindung derselben mit der ganzen Maschine. Die beiden Lagerstücke, das obere und das untere, umfassen mit je einem halbkreisförmigen Ausschnitt den Wellenzapfen. Sie sind aus Lagermetall so hergestellt, daß sie weicher sind, als der Wellen-

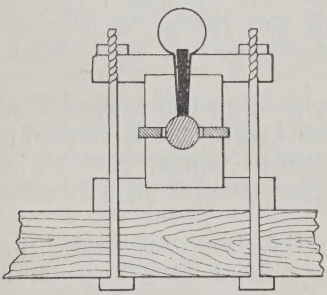


Fig. 29. Lager.

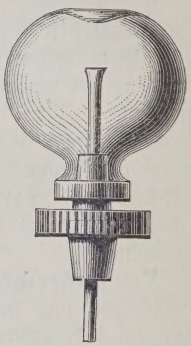


Fig. 30. Nadelschmierglas.

zapfen. Reiben sich bei dem Drehen der Welle Zapfen und Lagerstücke aufeinander, so wird nicht der Zapfen geritzt und abgenutzt, sondern die Lagerstücke. Zwischen den beiden Lagerstücken bemerken wir zu beiden Seiten des Zapfens noch zwei Holzplättchen oder Lederplättchen, welche die Lagerstücke so weit trennen, daß der Zapfen genau in das Zapfenloch hineinpaßt. Ist das Zapfenloch zu eng, so müssen stärkere Plättchen gewählt werden; ist das Zapfenloch zu weit geworden, so daß die Welle unruhig geht und ein fortwährendes Rütteln hervorbringt, so entfernt man die Plättchen und nimmt etwas von ihnen ab. Die obere Lagerplatte und das obere Lagerstück sind durchbohrt, um das Schmieren des Zapfens möglich zu machen. Das Schmierloch soll wenigstens mit einem Holzstopfen, womöglich aber mit einem selbstthätigen Schmiergefäß (Fig. 30) gegen schädlichen Staub verschlossen sein.

Die Behandlung des Lagers erstreckt sich auf eine richtige Einstellung und ein sorgfältiges Schmieren. Bezüglich der Einstellung

soll der Zapfen nicht zu lose und nicht zu fest eingeschlossen sein. Das sorgfältige Schmieren hat einen doppelten Zweck. a) Die Lagerstücke werden dadurch geschont, daß sich nach dem Schmieren Fettschicht auf Fettschicht und nicht Metall auf Metall reibt. b) Gleichzeitig wird damit auch die Reibung vermindert und zwei Übelständen vorgebeugt, dem unnützen Kraftverlust und der Erwärmung des Lagers. Besonders wichtig ist die Verhütung einer Erwärmung, da diese einerseits Brandgefahr mit sich bringt und andererseits entweder zum „Ausfressen" des Lagers oder zum Bruch des Zapfens führt. Infolge der Ausdehnung durch die Wärme füllt nämlich der Zapfen das Zapfenloch vollständig aus; ist er stark genug, so muß er die Lagerstücke ausreiben (fressen); ist der Zapfen schwach, so bricht er.

Zwecke des Schmierens:

a) Schonung der Lagerstücke.

b) Verminderung der Reibung: Verhütung von Kraftverlust, Verhütung von Wärme (Brandgefahr, Ausfressen oder Bruch).

§ 49. Einteilung eines Maschinenwerkes.

Jedes Gerät läßt sich in drei Teile zerlegen, in die Kraftmaschine, die Übertragungsmaschine und die Arbeitsmaschine.

Die Kraftmaschine (Motor) ist derjenige Teil des Gerätes, welcher die Kraft des Wassers, Windes, Dampfes, eines Zugtieres oder eines Menschen aufnimmt und nutzbar macht.

Die Übertragungsmaschine (Transmission) ist derjenige Teil des Gerätes, welcher die durch die Kraftmaschine aufgenommene Kraft einer Arbeitsmaschine zuführt.

Die Arbeitsmaschine (Werkzeugmaschine) ist derjenige Teil des Gerätes, welcher die ihm zugeführte Kraft in Arbeit umsetzt.[1])

Die drei Teile können zu einem untrennbaren Ganzen fest verbunden sein; sie können auch jeder für sich hergestellt und beliebig zu Maschinenwerken zusammengesetzt werden.

---

[1]) Beispiele für Kraftmaschinen sind das Wasserrad, die Windmühlenruten, die Lokomobile, der Göpel, die Kurbel und der Spatengriff. Beispiele für Übertragungsmaschinen sind Zahnräder, Übertragungswellen, Drahtseile, Riemen und die Spatentülle. Beispiele für Arbeitsmaschinen sind der Dreschkasten, der Mahlgang und das Spatenblatt. Ein Beispiel eines Gerätes, dessen Teile fest verbunden sind, ist der Spaten; als Beispiel eines Gerätes mit getrennter Kraft-, Übertragungs- und Arbeitsmaschine dient eine aus Göpel, Welle und Dreschkasten bestehende Dreschmaschine.

Neuerdings findet auch die Elektricität Anwendung in der Landwirtschaft, und zwar zur Übertragung der Kraft zum Teil auf sehr weite Entfernungen hin. Die Dampf- oder Wasserkraft wird in die Form der Elektricität gebracht und als solche durch Drähte der Arbeitsmaschine zugeführt.

C. Die Bodenbearbeitung.

§ 50. Die Arten der Bodenbearbeitung.

Die Bearbeitung des Bodens besteht in

1. dem Lockern,
2. dem Festigen,
3. dem Mischen und Wenden des Bodens,
4. dem Unterbringen des Düngers, der Stoppeln, sowie der Saat, und
5. dem Zerstören der Unkräuter.

1. Das **Lockern** des Bodens erfolgt mit Hülfe des Pfluges, der Egge, des Krümmers oder der Pferdehacke. Das Lockern ist die Trennung der einzelnen Teile des Bodens aus ihrem festen Zusammenhange und ihr loses Übereinanderhäufen.

Das Lockern begünstigt zunächst die Verwitterung des Bodens, indem Luft und Wasser in den größeren und zahlreichen Zwischenräumen leichter ihren Weg finden. Gleichzeitig begünstigt eine gute Lockerung das Eindringen der Pflanzenwurzeln in den Boden. Eine Wurzel verzehrt nicht etwa den Boden an der Stelle, an welcher sie eindringen will, sondern muß sich ihren Platz dadurch schaffen, daß sie die Bodenteilchen zur Seite drängt. Liegen die Bodenteilchen fest aneinander, so wird es der Wurzel sehr schwer, dieselben zu verdrängen; ist der Boden aber locker, so können die Wurzeln leichter in ihn eindringen. Die Wurzel kann sich im letzteren Falle ausbreiten und verzweigen, sie wird der Pflanze mehr Nahrung liefern und die Pflanze mehr Körner und Stroh erzeugen können.

2. Das **Festigen** bewirkt man mittelst der Walze, sobald ein Boden durch Frost, durch Gründüngung, durch vieles Bearbeiten, oder auch von Natur zu locker für gewisse Pflanzen geworden ist.

3. Das **Wenden** des Bodens wird mit dem Pfluge bewerkstelligt und ist notwendig, um die tiefere Bodenschicht nach oben an die Luft, die vorher durchlüftete obere Bodenschicht nach unten in feuchtere Lage zu bringen. Das **Mischen**, welches gleichzeitig mit dem Wenden geschieht, soll den Dünger mit dem ganzen Ackerboden vermischen.

4. Das **Unterbringen des Düngers und der Stoppelreste** erfolgt mit dem Pfluge und ist notwendig, um diese Dinge im Boden zur Verwitterung zu bringen.

Die **Unterbringung der Saat** kann mit Hülfe der Egge, der Walze, der Drillmaschine oder des Pfluges geschehen. Sie ist erforderlich, um dem Korn die zum Keimen nötige Feuchtigkeit zu geben, und um dasselbe vor den Vögeln und leichten Frösten zu schützen.

5. Das **Zerstören der Unkräuter** erfolgt mit der Egge, dem Pfluge oder der Pferdehacke. Es ist notwendig, da die pflanzlichen Erzeugnisse durch Unkräuter verunreinigt werden, und da diese Unkräuter die eigentlich angebauten Pflanzen schädigen, indem sie ihnen Raum, Licht und Nahrung nehmen.

§ 51. Der Pflug.

Die **Teile des Pfluges** sind:

1. die Zugvorrichtung
2. die Sterzen g

} als Kraftmaschine,

3. der Pflugbaum e
4. die Griessäule f
5. die Sohle d

} als Übertragungsmaschine (Pflugrahmen),

6. die Schar a
7. das Streichbrett b
8. das Sech c

} als Arbeitsmaschine (arbeitende Teile).

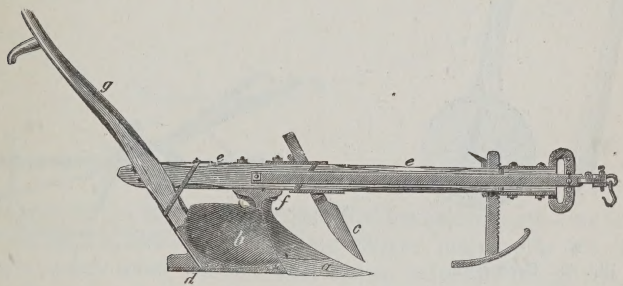


Fig. 31. Der Pflug.

1. Übertragungsmaschine (Pflugrahmen).

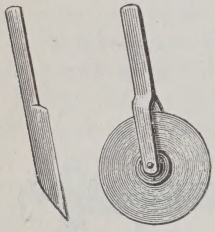
Der **Pflugbaum** (Grindel) wird aus Holz oder Eisen gefertigt. Holz ist billiger, hat geringeres Gewicht und läßt sich leichter erneuern, ist aber dem Verwittern mehr ausgesetzt, als Eisen. Hölzerne Pflugbäume haben einen rechteckigen, fast quadratischen Querschnitt, eiserne einen länglich rechteckigen, oder röhrenförmigen, oder doppelt T-förmigen Querschnitt. Die bei der doppelten T-Form (I) sich zeigenden Verstärkungsschienen verhindern ein seitliches Verbiegen oder Brechen, während trotzdem der Pflugbaum leicht gebaut sein kann. Durchbohrungen des Pflugbaumes, welche ihn stets schwächen, sind zu vermeiden.

Griessäule und **Sohle** werden aus demselben Stoff, wie der Pflugbaum, hergestellt. Auf der Sohle ruht der Pflug. Eine eiserne Griessäule wird mit dem Pflugbaum, um Durchbohrungen desselben zu vermeiden, nicht verzapft, sondern seitlich an ihm befestigt.

2. Arbeitsmaschine (arbeitende Teile).

Schar und **Streichbrett** werden zusammen als Pflugkörper bezeichnet. Man trennt sie deshalb, weil die vordere Schneide der Schar sich schneller abnutzt, als der übrige Teil, und weil man bei der Erneuerung sonst den ganzen Pflugkörper wieder herstellen müßte. Schar und Streichbrett werden durch Schraubenbolzen verbunden und müssen so gut aneinander passen, daß ihre Grenze ganz unmerklich wird, um ein Anstoßen des aufgepflügten Erdstreifens zu vermeiden. Schar und Streichbrett fertigt man aus Schmiedeeisen, Gußeisen oder Stahl an, nur die Streichbretter einfacher Häufelpflüge noch aus Holz.

Sich selbst schärfende Schare werden derart hergestellt, daß sie auf einer Seite mehr gehärtet werden; sie nutzen sich dann auf der anderen Seite stärker ab und bleiben dadurch dauernd scharf. Polierte Stahlstreichbretter haben den Vorzug, die Erde nicht anbacken zu lassen und sind daher für gewisse Moorbodenarten sehr vorteilhaft.



a b

Fig. 32. Sechformen.

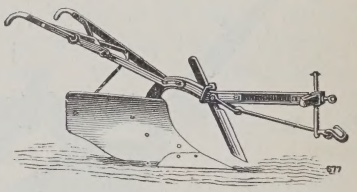


Fig. 33. Stellvorrichtung.

Das **Sech** wird aus Eisen mit verstählter Schneide hergestellt und kommt in zwei Formen, als Messer oder Kolter (Fig. 32 a) und als Radsech (Fig. 32 b) vor. Das messerförmige Messer wird mit seinem Stiele so an dem Pflugbaum befestigt, daß es schräg nach vorn steht und seine Spitze sich vor und über der Scharspitze befindet. Der Rücken des Messers und die Vorderkante des Streichbretts müssen dabei einen nach oben sich erweiternden Winkel bilden, um Verstopfungen durch Steine und Rasen zu verhüten. Der Stiel des Messers wird, um Durchbohrungen des Pflugbaums zu vermeiden, an demselben mit einer Klammer (Fig. 33) befestigt. Soll das Messer nicht angewendet werden, so wird es nach Lösung der Klammer in die wagerechte Lage gebracht. Das Radsech wird oft aus abgenutzten starken Kreissägeblättern hergestellt; der Stiel ist mit Hülfe einer Hülse am Pflugbaum befestigt und in dieser drehbar, so daß das Radsech sich leicht in die Pflugrichtung einstellt. Es ist teurer als ein Messer, erfordert

aber zum Durchschneiden der Erde nicht soviel Kraft. Durch Steine leidet es nicht.

3. Kraftmaschine.

Die **Zugvorrichtung** des Pfluges kann eine dreifache Form haben, die einer einfachen Stellvorrichtung (Fig. 33), oder die einer Stelze (Fig. 31), oder die einer Vorderkarre (Fig. 35). Man unterscheidet danach bei den Pflügen Schwingpflüge, Stelzpflüge und Karrenpflüge. Schwingpflüge haben einen sehr leichten Gang, verlangen aber große Aufmerksamkeit des Pflügers.

Die Stellvorrichtung der Schwingpflüge beruht auf dem Erfahrungssatze, daß beim Anziehen und Spannen der beweglichen Verbindung zweier Gegenstände (z. B. eines Seils) alle Teile derselben in eine gerade Linie zu kommen streben. Die Brust des Pferdes und der Pflugkörper (Scharspitze) sind zwei Gegenstände, welche eine beweg-

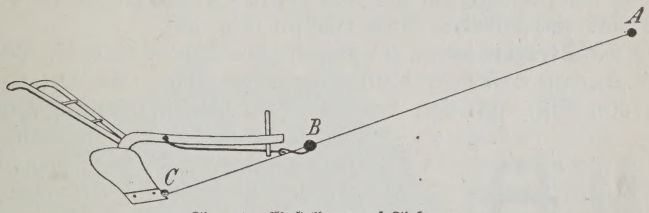


Fig. 34. Einstellung auf Tiefgang.

liche Verbindung in den Strängen, der Stellvorrichtung und dem Pflugrahmen besitzen. Beim Anziehen der Pferde suchen also die Brust des Pferdes (Fig. 34 A), die Stellvorrichtung, besonders der zu derselben gehörige Zughaken B und die Scharspitze C in eine gerade Linie zu kommen. Der Zughaken ist mit dem Pflugbaum vermittelst einer Zugstange verbunden und diese durch die Öse des Regulators gesteckt. Der Regulator, meist ein starkes, kurzes Eisenstück, kann mit Hülfe einer Klammer mit Schraube derartig festgestellt werden, daß er bald nach oben, bald nach unten, und in dem Bügel am Ende des Pflugbaumes bald nach rechts, bald nach links verschoben erscheint. Das Stellen erfolgt in der Ruhe, die Wirkung tritt beim Anziehen der Pferde ein. Wird der Zughaken mit dem Regulator in der Ruhe nach oben verstellt, so sucht er beim Anziehen nach unten in die Verbindungslinie zwischen Scharspitze und Pferdebrust zu kommen, dabei wird die

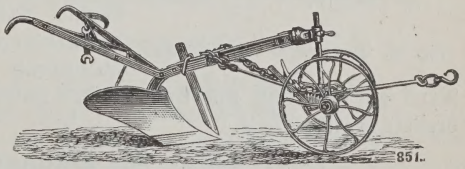


Fig. 35. Karrenpflug.

Pflugbaumspitze mit heruntergezogen, gleichzeitig auch die Scharspitze: der Pflug geht tiefer. In umgekehrter Weise kann der Pflug auf geringeren Tiefgang gestellt werden. Auf ähnliche Art wird durch Verstellen des Zughakens in der Ruhe nach rechts der Pflug beim Anziehen der Pferde nach links, durch Verstellen des Zughakens in der Ruhe nach links der Pflug beim Anziehen nach rechts verschoben, so daß er im ersteren Falle breitere, im letzteren schmalere Furchen zieht.[1])

Bei den Stelz- und Karrenpflügen erfolgt die Einstellung der Furchenbreite in ähnlicher Weise, die Einstellung auf Tiefgang durch geeignetes Erhöhen oder Erniedrigen des von der Stelze oder der Karre gebildeten Vordergestells (Fig. 31 und 35).

Bei der **Karre** müssen die Räder, wenn die Karre nur eine Axe hat und dieselbe beim Pflügen wagerecht bleiben soll, verschiedenen Durchmesser haben, das Rad, welches in der Furche geht, einen größeren, als das Rad, welches auf dem ungepflügten Lande geht, oder es muß jedes Rad eine besondere Achse erhalten (Fig. 36).

Die **Sterzen** dienen zur Führung des Pfluges durch den Pflüger. Zwei Sterzen erleichtern dieselbe mehr als eine. Sie werden aus Holz oder Eisen gefertigt, dann aber mit hölzernen Griffen versehen, um das Anfassen bei kalter Witterung zu ermöglichen. Die Verbindung durch Spreizen unterstützt eine Sterze durch die andere, daher man beide schwächer und leichter herstellen kann. Leichtes Aufheben beider Sterzen läßt die Scharspitze sich vorübergehend senken, also den Pflug vorübergehend tiefer, ein leichter Druck auf beide Sterzen den Pflug vorübergehend flacher gehen. Leichter Druck auf die linke und Anheben der rechten Sterze bewirken vorübergehend eine schmalere, leichter Druck auf die rechte und Anheben der linken Sterze vorübergehend eine breitere Furchenbreite.

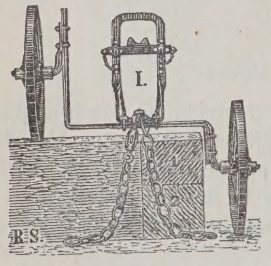


Fig. 36. Vordergestell mit zwei Achsen.

§ 52. Die Pflugarbeit.

1. Die **Arbeiten,** welche mit dem Pfluge ausgeführt werden, sind das Lockern, das Wenden und das Mischen des Bodens, das Unterbringen

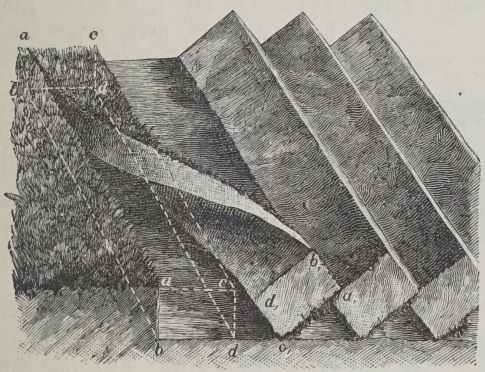
[1]) Ein größerer Tiefgang des Pfluges kann auch durch Verlängerung, ein geringerer durch Verkürzung der Zugstränge erreicht werden, da die Verbindungslinie von Pferdebrust und Pflugkörper sich dabei senkt und hebt. Auch können durch Verschieben der rechten oder der linken Zugstränge nach den Mitten der Ortscheite schmalere und breitere Pflugstreifen erzielt werden.

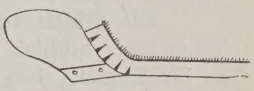
von Stoppeln, Dünger und Saat und die Vertilgung der Unkräuter.

2. Die **Arbeitsweise** des Pfluges ist die, daß das **Sech** den Erdstreifen (Pflugstreifen) senkrecht, die Schar ihn wagerecht abschneidet und das Streichbrett ihn umwendet.

Bei einem guten Pfluge muß die **Schar** den Pflugstreifen genau wagerecht abtrennen, da sonst lauter Kämme stehen bleiben und die Grenze zwischen Ackerkrume und Untergrund undeutlich wird. Das **Streichbrett** hat neben dem Wenden auch das Lockern oder Krümeln des Pflugstreifens zu bewirken. Indem nämlich derselbe von dem gewundenen Streichbrett gehoben wird, bekommt er eine gekrümmte Lage, so daß seine untere Länge größer werden muß, als die obere (Fig. 37 b). Da der Pflugstreifen aber nicht elastisch ist, so wird er hierbei auf der unteren Seite gespalten und gelockert.

Mit dem Wenden des Pflugstreifens ist auch ein Mischen der Ackerkrume verbunden, da die Pflugstreifen nicht ganz gewendet und flach umgelegt, sondern schräg gestellt werden (Fig. 37 a). So schichtet sich z. B. die Grasnarbe dabei schräg zwischen den Pflugstreifen durch die ganze Ackerkrume durch.





a Fig. 37. Arbeitsweise des Pfluges. b

Mit dem Umwenden des Pflugstreifens kann ein Unterbringen von Stoppeln, Dünger oder Saat verbunden werden.

Die Vertilgung der Unkräuter erfolgt teilweise durch Abschneiden der Wurzeln, teilweise durch Bedecken derselben mit Erde. Unter Umständen bringt man auch die Samen der Unkräuter mit dem Pfluge unter, um sie zum Keimen zu veranlassen und dann mit der Egge zerstören zu können.

3. Nach der Arbeitsweise des Pfluges unterscheiden wir **Flachwender** und **Steilwender.** Pflüge mit langem, flach gewundenem Streichbrett (Flachwender, Fig. 35) wenden sehr gut, lockern aber wenig; Pflüge mit steilem, kurz gewundenem Streichbrette (Steilwender,

Fig. 38), besonders die mit ganz steil aufgerichtetem Streichbrette versehenen böhmischen Ruchadlos, lockern sehr gut, wenden aber weniger gut. Was den Boden anbetrifft, so pflegt man auf schwerem Boden um des leichteren Ganges willen mehr die Flachwender, auf leichtem Boden die Steilwender zu benutzen. Die Arbeit angehend werden beim „Stürzen" der Stoppeln und dem Unterpflügen von Dünger mehr die gut wendenden Flachwender, bei der letzten Furche vor der Saat aber die gut lockernden Steilwender gebraucht.

Für jeden Boden ist eine besondere Windung des Streichbrettes geeignet; eine falsche Windung macht sich dadurch bemerkbar, daß es ungleich abgenutzt und an der am stärksten angegriffenen Stelle durchgerieben wird.

4. Bei der **Ausführung** der Pflugarbeit ist der Feuchtigkeitszustand des Bodens, die Richtung der Pflugfurche und die Zahl der zu einer Frucht in Anwendung gebrachten Wiederholungen der Pflugarbeit zu beachten.

Bezüglich des **Feuchtigkeitszustandes** ist der Boden entweder naß oder feucht oder trocken. Schwerer Boden bildet, in nassem Zustande gepflügt, große zusammenhängende Schollen und ist für längere Zeit dadurch verdorben; nach dem Austrocknen gestattet er das Pflügen wegen zu großer Härte überhaupt nicht. Auf leichtem Boden begünstigt das Pflügen im nassen Zustande das Wachstum der Quecke, im trocknen Zustande das vollständige Austrocknen. Man soll daher nur bei mäßiger Feuchtigkeit pflügen.

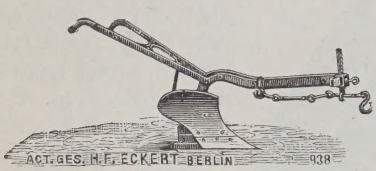


Fig. 38. Steilwender.

Die **Richtung** der Pflugfurche ist insofern wichtig, als der Pflug besser arbeitet, wenn jede folgende Pflugarbeit in ihrer Richtung zu der Richtung der vorhergehenden quer gestellt wird; auch mit den Eggstrichen sollen die Pflugfurchen in der Richtung abwechseln. Jede folgende Richtung braucht mit der vorhergehenden nicht rechte Winkel zu bilden, sondern es können auch spitze Winkel sein.

Die **Zahl** der zu einer Frucht gegebenen Pflugfurchen hängt von dem Boden, der Witterung und der Frucht selbst ab. Der bindige Boden muß öfter bearbeitet werden, während der leichte dadurch zu lose wird. Ungünstige Witterung (früher Winter, lange Nässe oder lange Dürre) hindert oft am Pflügen und verringert die Zahl der Furchen. Gewisse Pflanzen wünschen einen losen, oft bearbeiteten Boden vorzufinden, während andere das nicht lieben. Ganz besonders wird die Zahl der Furchen oft dadurch beschränkt, daß das Pflügen im Frühjahr vor der Saat unterbleiben muß, indem viele Pflanzen zur Keimung großer Feuchtigkeit bedürfen und der Landwirt daher dem Boden die „Winterfeuchtigkeit" erhalten muß.

§ 53. Der Beetpflug; der Mehrscharer. — Das Beetpflügen.

1. Der **Beetpflug** besitzt einen nach rechts wendenden Pflugkörper und wirft daher den Pflugstreifen stets nach rechts, beim Umkehren also nach der anderen Himmelsrichtung. Das Sech kann fehlen; ferner kann der Beetpflug als Schwing-, Stelz- und Karrenpflug gebaut sein.

2. Der **Mehrscharer** unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Pfluge oft durch das Fehlen einer Sohle, an deren Stelle ein Räder-gestell die Pflugkörper trägt (Fig. 39). Das Einstellen des Mehr-scharers auf bestimmte Furchentiefe — besonders beim flachen Pflügen — ist infolgedessen genauer. Ein zweiter Unterschied bezieht sich auf die Anzahl der Pflugkörper. Der Mehrscharer geht so viel leichter als der Beetpflug, daß man, um die Kraft der Pferde besser auszunutzen, mehrere Pflugkörper anbringt. Bei solchen Mehrscharern, welche aus-schließlich zum flachen Pflügen dienen, bei Schäl- und Saatpflügen, wird die Anzahl der Pflug-körper bis auf vier und selbst fünf erhöht.

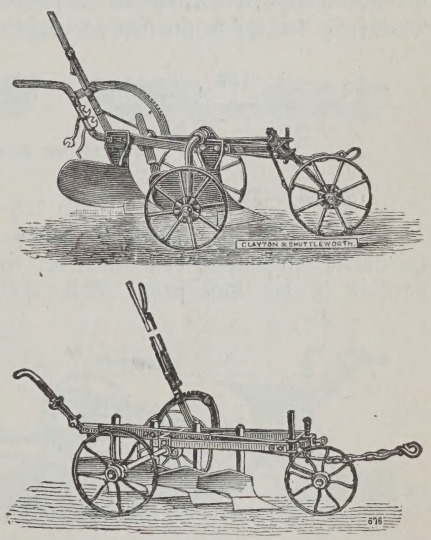


Fig. 39. Mehrscharer.

3. Das **Beetpflügen** wird mit dem Beet-pfluge oder Mehr-scharer ausgeführt und zwar derart, daß immer eine bestimmte gleiche Zahl von Furchen zu einem Beete zusammengelegt wird. In der Mitte bleibt ein schmaler Landstreifen un-gepflügt, an welchen sich von rechts und links die ersten Pflugstreifen an-lehnen (Fig. 40). Zwischen zwei Beeten entsteht die Beetfurche. An beiden Enden des Feldes müssen Streifen anfänglich unge-pflügt bleiben, die zum Umkehren dienen und zuletzt als besondere Quer-beete gepflügt werden. Es giebt breite (12 m breite) bis schmale (4 m breite) und ganz schmale (1 m breite), Bifänge genannte, Beete.

Die Vorteile der Beetkultur liegen im schnellen Abtrocknen, Durch-lüften und Erwärmen des Bodens im Frühjahr, sowie im schnellen Ab-trocknen nach jedem Regen. Ihnen stehen folgende Nachteile gegenüber.

Durch die Beetfurchen geht nutzbare Ackerfläche verloren. Der mittelste Landstreifen eines jeden Beetes wird nicht gepflügt. Die Beete trocknen in der Mitte schneller ab, als in den Furchen. Bei Schneetreiben bleibt der Rücken des Beetes schneefrei und leidet durch Frost, während der Schnee sich in den Furchen sammelt und daselbst erst später auftaut. Die Anwendung von Maschinen wird erschwert. Bei dem Umkehren geht viel Zeit verloren.

Bei sehr schwerem und nassem Boden werden die Vorteile überwiegen, im anderen Falle wird die Beetkultur unzweckmäßig sein.

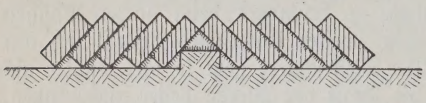


Fig. 40. Beetpflügen.

Bei der Durchführung der Beetkultur ist auf ein Abwechseln zwischen Zusammenpflügen und Auseinanderpflügen zu achten, um die übermäßige Erhöhung der Mitte der Beete und die übermäßige Vertiefung der Furchenstreifen zu verhüten.

Fig. 41. Zusammen- und Auseinanderpflügen.

§ 54. Der Kehrpflug. — Das Ebenpflügen.

1. Der **Kehr-, Wechsel- oder Zwillingspflug** besitzt zwei gesonderte Pflugkörper, von denen der eine arbeitet, während der andere darüber in der Luft steht. Beide sind drehbar an einer Achse befestigt, welche die Verlängerung des Grindels bildet.[1]) Ein Hebel stellt nach jedesmaligem Wechsel die Pflugkörper wieder fest. Ein Pflugkörper wirft die Erde nach rechts, der andere nach links.

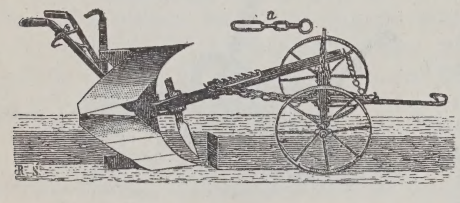


Fig. 42. Kehrpflug.

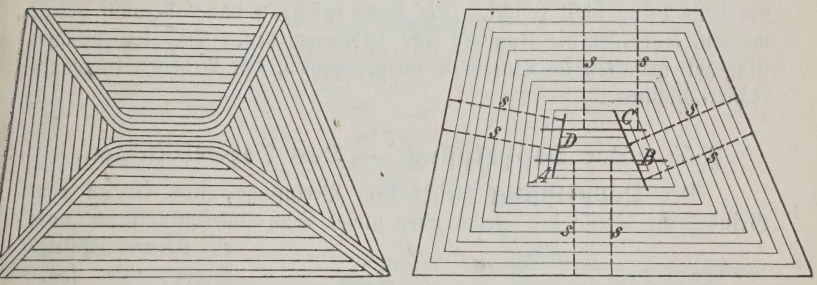
2. Bei dem **Ebenpflügen** wird jede Furche an die vorhergehende nach derselben Himmelsrichtung gelegt, so

[1]) Jeder anders konstruierte Kehrpflug, bei dem ein Pflugkörber so umgestellt werden kann, daß er bald nach rechts, bald nach links wirft, arbeitet unvollkommen, da das Streichbrett nicht so gewunden werden kann, daß es die Erde gut nach rechts und nach links wendet.

daß eine vollständig ebene Fläche entsteht. Gegenüber dem Beetpflügen hat das Ebenpflügen die Vorteile, daß die Ackerkrume durchweg durchgearbeitet wird, daß keine Bodenfläche durch Beetfurchen unnütz verloren geht, und daß die Anwendung von Maschinen nicht erschwert wird. Den Nachteil schwieriger Abwässerung muß man — abgesehen von Drainage — durch richtig und in genügender Zahl hergestellte Wasserfurchen zu beseitigen suchen.

Bei dem Ebenpflügen unterscheiden wir a) das Rundpflügen, b) das Figurenpflügen und c) das Kehrpflügen.

a) Das **Rundpflügen** wird mit dem Beetpfluge oder dem Mehrscharer in der Weise ausgeführt, daß man am Rande des Feldes mit dem Pflügen beginnt und an der Grenze entlang pflügt, dann an den ersten Pflugstreifen einen zweiten legt und so fort bis zur Mitte. An jeder Ecke hält man still, bevor die Pferde den schon gepflügten Acker betreten, hebt den Pflug aus und setzt ihn an der nächsten Seite des Feldes neu ein. Die bei diesem Umkehren entstehenden ungepflügten Streifen werden am Schluß als diagonale Querbeete gepflügt (Fig. 43 a).



a b

Fig. 43. Rund- und Figurenpflügen.

b) Dem **Figurenpflügen** geht das Abstecken einer Figur in der Mitte des Ackerstücks voraus. Auf jeder Seite werden zwei Senkrechte errichtet und alle Senkrechten gleich lang gemacht (Fig. 43 b). Hierauf kennzeichnet man die Endpunkte derselben durch Stangen und verbindet sie durch gerade Furchen, welche man bis zum Schnitt (in A, B, C und D) verlängert. Die so erhaltene Figur (A B C D) wird als Beet ausgepflügt, wonach man — an irgend einem Punkte am Rande derselben beginnend — um sie herumpflügt. Die letzte Furche muß gerade am Rande des ganzen Ackerstückes entlang gehen, da die Streifen zwischen der Figur und der Grenze des Ackerstückes überall gleich breit

sind. Die Ecken der Figur (A B C D) können, um ein wiederholtes Abstecken zu vermeiden, durch Steine oder Eichenpfähle für lange Zeit gekennzeichnet werden. Um in der Mitte oder am Rande des Ackerstücks nicht eine Vertiefung, beziehungsweise eine Erhöhung entstehen zu lassen, müssen Rundpflügen und Figurenpflügen — ähnlich wie beim Beetpflügen das Auseinander- und Zusammenpflügen — mit einander abwechseln.

c) Das **Kehrpflügen** wird mit dem Kehrpfluge so ausgeführt, daß man, an einer Seite beginnend, Furche an Furche legt, die an beiden Enden beim Umkehren ungepflügt bleibenden Streifen aber zum Schluß als Querbeete auspflügt. Besonders zweckmäßig ist das Kehrpflügen bei abhängigem Gelände. Würde man hier in Beeten pflügen und dieselben zur Erleichterung der Zugtiere wagerecht legen, so müßte die Hälfte der Pflugstreifen bergauf gewendet werden, eine Anforderung, die auch der beste Pflug nicht erfüllt. Die Beete müßten daher bergauf gelegt werden, worunter die Zugtiere sehr leiden würden. Das Kehrpflügen hingegen gestattet, die Querbeete ausgenommen, das Arbeiten in wagerechter Richtung.

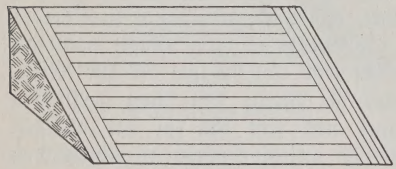


Fig. 44. Kehrpflügen.

§ 55. Der Doppelpflug. — Das Doppelpflügen.

Der **Doppelpflug** gleicht dem Beetpfluge, nur ist an dem Grindel an Stelle des Sechs oder außer Sech und Pflugkörper noch ein kleinerer Pflugkörper, die sogenannte Schälschar, befestigt. Bei der Arbeit gehen beide Pflugkörper in einer Pflugfurche; die Schälschar schält den oberen Teil des Erdstreifens ab und wirft ihn in die vorher aufgezogene Furche, der große Pflugkörper legt den Rest des Erdstreifens, ihn bis zur vollen Tiefe der Ackerkrume aushebend, darüber.

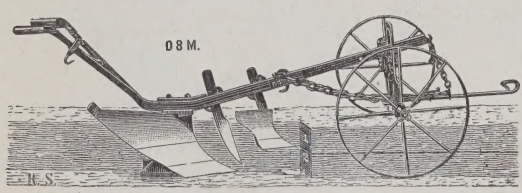


Fig. 45. Doppelpflug.

Das **Doppelpflügen** wird mit dem Doppelpfluge oder mit zwei Beetpflügen ausgeführt, deren erster flach gestellt ist, und deren zweiter, bis zur vollen Tiefe der Ackerkrume gestellt, in derselben Furche

geht. Der Zweck des Doppelpflügens kann ein doppelter sein. Einerseits sollen bei leichtem Boden Stoppelreste und Pflanzennarbe tiefer untergebracht und einer kräftigeren Verwitterung zugeführt werden; andererseits sollen Unkrautwurzeln und Unkrautsamen mit einer möglichst tiefen Erdschicht bedeckt werden, um ihr Aufkeimen zu erschweren. Besonders wendet man das Doppelpflügen bei dem Pflügen der Klee-, Erbsen- oder Wickenstoppel vor der Herbstsaat an.

§ 56. Das Bälken.

Das **Bälken** oder Halbpflügen kommt mit dem Beetpfluge so zur Ausführung, daß immer abwechselnd ein Pflugstreifen ungepflügt bleibt, der zweite aber gepflügt und auf den stehenbleibenden gelegt wird. Der Zweck des Bälkens ist der, im Winter den Frost stärker auf Ackerkrume und Untergrund einwirken zu lassen und im Frühjahr ein schnelleres Abtrocknen herbeizuführen. Da diese Pflugarbeit für die Zugtiere sehr beschwerlich wird, so wendet man sie auf schwerem und nassem Boden und nur selten an.

§ 57. Der Häufelpflug; der Haken. — Das Kammpflügen.

1. Der **Häufelpflug** unterscheidet sich von dem Beetpfluge durch eine dreieckige, doppelschneidige Schar, an welche sich zwei Streichbretter, je eins rechts und links, anschließen. Die flügelartigen Teile der beiden Streichbretter sind oft in Scharnieren beweglich, so daß man den Pflug auf breitere oder schmalere Arbeit einstellen kann.

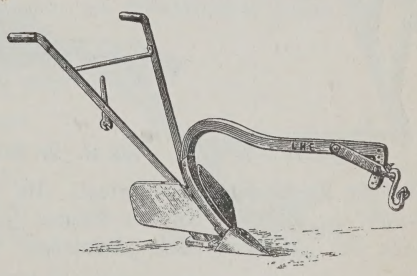


Fig. 46. Häufelpflug.

2. Der **Haken** besitzt, ähnlich dem Häufelpfluge, eine dreieckige, doppelschneidige Schar. Das Streichbrett wird durch die sehr verbreiterte Griessäule gebildet. Der Haken besitzt gewöhnlich nur eine Sterze. Wird die Sterze bei der Arbeit schräg nach rechts oder links gehalten, so wirft der Haken den Erdstreifen nach rechts, beziehungsweise nach links, so daß sich der Haken als Kehrpflug benutzen läßt. Hält der Pflüger die Sterze aufrecht gerade, so wirkt der Haken wie ein Häufelpflug. Der Haken kann nie so gut und leicht arbeiten, wie ein guter Beet-, Kehr- oder Häufelpflug, da seine Schar

und die an Stelle des Streichbretts tretende Griessäule nie eine ebenso zweckmäßige Windung und Form besitzen können, wie die Pflugkörper jener. Ferner stellt der Haken so hohe Anforderungen an die Geschicklichkeit und Kraft des Pflügers, wie sie der Arbeiter auf dem Lande von Jahr zu Jahr weniger zu erfüllen geneigt wird.[1])

3. Das **Kammpflügen** geschieht mit dem Beetpfluge, dem Häufelpfluge oder dem Haken und hat den Zweck, bei Reihenpflanzung die Ackerkrume an den von den Pflanzen eingenommenen Stellen zu deren besseren Ernährung höher zusammenzuhäufen. Die Pflanzen werden dadurch zu stärkerer Wurzelbildung und zutreffenden Falles zu

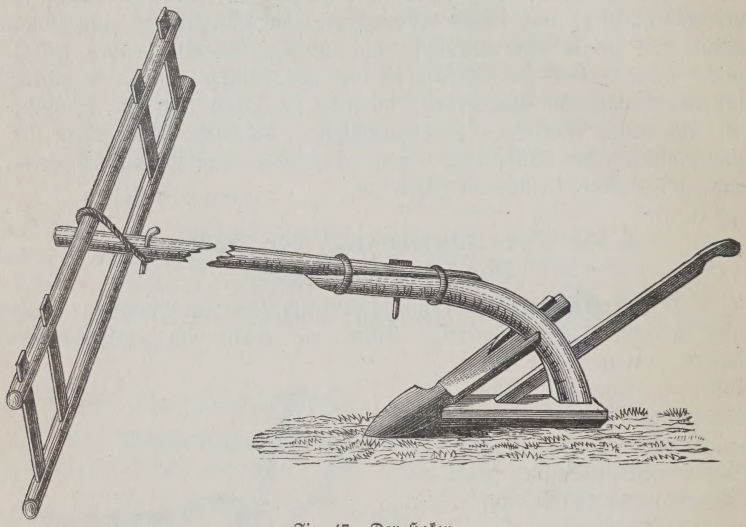


Fig. 47. Der Haken.

stärkerer Knollenbildung angeregt. Bei sehr trockenem Klima ist die Gefahr zu beachten, daß die Kämme leichter austrocknen, daher man dann den „Flachbau" dem „Kammbau" vorzieht.

§ 58. Das Schälpflügen.

Das **Schälpflügen** wird mit dem Mehrscharer (§ 53, Fig. 39, S. 77) oder im Notfalle mit dem Beetpfluge ausgeführt und besteht darin, daß nur die oberste Schicht der Ackerkrume flach gepflügt wird.

[1]) Mehrfach versuchten Fabriken die Einführung besonderer Kammformer, bei denen quer über dem Grindel ein Querbalken befestigt ist, an welchem mehrere Häufelpflugkörper angebracht sind. Das schwierige Lenken und die bei festerem Boden erforderliche größere Zugkraft hinderten deren allgemeine Verbreitung.

Mit dem Schälpflügen kann ein doppelter **Zweck** verbunden werden. Einerseits schält man Stoppel- oder abgeweidete Futterfelder, um die Wurzelstöcke der Unkräuter oder Futterpflanzen zu durchschneiden und so die abgeschnittenen Stengelreste zum schleunigsten Abtrocknen und Absterben zu bringen, nachdem man sie durch nachfolgendes Auseggen von Erde befreit hat. Ein anderer Zweck des Schälpflügens bezieht sich auf die Fähigkeit des Bodens, das Wasser aus dem Untergrunde in die Höhe zu saugen, und zwar um so mehr, je fester der Boden ist. Ist die Ackerkrume fest, so steigt das Wasser leicht bis zur Erdoberfläche auf und verdunstet stark, so daß bald Mangel an Feuchtigkeit und ein Erhärten der Ackerkrume Platz greifen. Wird aber die oberste Bodenschicht gut gelockert, so kann das Wasser nur bis zu dieser und nicht bis zur Erdoberfläche aufsteigen. Es verdunstet nicht so schnell, der Boden bleibt daher feucht und erhärtet nicht. Das Schälen ersetzt also, wenn ein Boden schon locker ist, vollständig das Pflügen bis zur vollen Tiefe der Ackerkrume. Wichtig ist es darum, nach dem Abernten der Früchte nicht erst ein schon nach wenigen Tagen eintretendes Trocken- und Hartwerden des Bodens abzuwarten, sondern den Acker so schnell wie möglich zu schälen.

§ 59. Der Untergrundpflug. — Das Untergrundpflügen, Spatpflügen und Gabeln.

1. Der **Untergrundpflug** (Wühlpflug, Fig. 48) ist ein besonders stark gebauter Häufelpflug, welchem die Streichbretter fehlen, so daß derselbe den Untergrund nur lockert und nicht mit der Ackerkrume mischt. (Vergl. § 43, S. 61.) Wie wir Schar und Streichbrett regelmäßig trennen, so können wir die Spitze der Schar bei Untergrundpflügen auch noch durch einen besonderen Meißel bilden. (Fig. 48.)

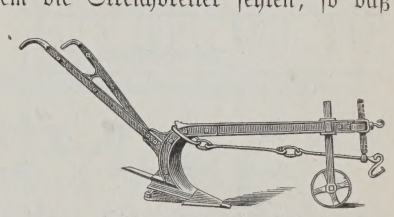


Fig. 48. Untergrundpflug.

2. Ein von Zeit zu Zeit mit dem Untergrundpfluge vorgenommenes **Untergrundpflügen** soll den Untergrund für tiefwurzelnde Gewächse lockern, ohne ihn mit der Ackerkrume zu mischen. Da es neben der Bearbeitung der Ackerkrume noch Kraft beansprucht, so pflegt man es nur da anzuwenden, wo reiche Ernten oder Ernten besonders wertvoller Früchte (z. B. der Zuckerrübe) in Aussicht stehen.

3. Das **Spatpflügen** wird mit Beetpflügen und Spaten, das **Gabeln** mit Beetpflügen und Grabgabeln in der Weise ausgeführt, daß der Beetpflug die Ackerkrume bearbeitet, und in seiner Furche

mehrere Arbeiter mit Spaten oder Gabeln den Untergrund lockern. Soll dadurch in Ermangelung eines Untergrundpfluges nur das Untergrundpflügen ersetzt werden, so muß eine Vermischung von Ackerkrume und Untergrund vermieden bleiben.

§ 60. Der Rajolpflug. — Das Rajolpflügen.

Der **Rajolpflug** ist ein besonders stark gebauter Beetpflug, der so tief gestellt werden kann, daß er eine größere Schicht des Untergrundes mit der Ackerkrume mischt.

Das **Rajolpflügen** wird nur selten bei der Anlage von Gärten und Hopfenpflanzungen vorgenommen und setzt eine besonders starke Düngung, womöglich mit Kompost, voraus.

§ 61. Die Egge.

Die **Teile** der Egge sind: Die Zugvorrichtung (Kraftmaschine), der Eggrahmen (Übertragungsmaschine) und die Eggzinken (Arbeitsmaschine).

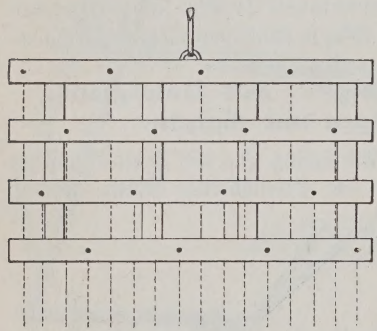


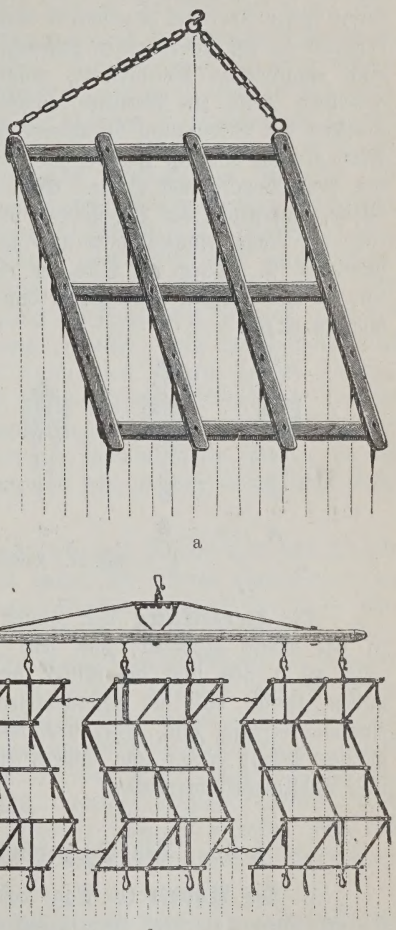
Fig. 49. Rechteckeggen.

1. Die **Zugvorrichtung** ist ein einfacher Zughaken, da es der Einstellung auf Arbeitsbreite, überhaupt nicht, der auf Arbeitstiefe nur ausnahmsweise bedarf. Ist eine solche erwünscht, so kann die Arbeitstiefe durch Verlängerung der Zugstränge vermehrt, durch Verkürzung vermindert werden. Wenn man zu gewissen Verrichtungen mehrere Eggen nebeneinander vereinigt arbeiten läßt, so besteht die Zugvorrichtung aus einem gemeinsamen Zugbaum, an dessen Mitte der Zughaken befestigt ist (Fig. 50), und an welchem die Eggen angehängt werden.

2. Der **Eggrahmen** besteht im allgemeinen aus den Eggbalken und den Schienen oder Riegeln. Der Form nach unterscheidet man drei Arten des Eggrahmens, den der Rechteck-, der Rhomboidal- und der Zickzackegge.

Die Rechteckegge läßt sich von einem Rechteck umgrenzt denken, die Rhomboidalegge von einem Rhomboid, bei den Zickzackeggen nimmt der Rahmen Zickzackform an. Abgesehen von dem Einfluß des Materials ist der Rechteckrahmen der Form nach sicher der festeste und für einzeln zu verwendende Eggen der beste. Wenn wir dagegen mehrere

Eggen hinter einem gemeinsamen Zugbalken vereinigen, so läßt sich bei Rechteckrahmen der Anschluß der Eggstriche der zweiten Egge an die der ersten schwer erzielen; man wählt dann aus diesem Grunde die diesen Übelstand beseitigenden Rhomboidal- und Zickzackeggen. Die Rahmen der Rechteckeggen werden aus hartem Holze, die der Rhomboidaleggen aus Holz oder Eisen, die der Zickzackeggen aus Eisen gefertigt.



a

b

Fig. 50. Rhomboidal- und Zickzackegge.

3. Die **Zinken** werden entweder aus hartem Holz oder aus Eisen hergestellt. Erstere wendet man nur auf leichtem, letztere auch auf schwerem Boden an. Der Querschnitt ist bei hölzernen Zinken gewöhnlich rund, bei eisernen quadratisch. Bei viereckigem Querschnitt wird die Eggzinke so gestellt, daß eine scharfe Kante nach vorn zeigt. Die Lage jeder Zinke zu ihrem Eggbalken ist entweder senkrecht oder schräg. Im letzteren Falle besitzt die Egge zwei Zughaken an entgegengesetzten Seiten. Werden die Pferde so an dem einen Zughaken vorgelegt, daß die Zinken schräg nach vorn stehen, so faßt die Egge das Unkraut im Boden besser und arbeitet tiefer, als wenn die Pferde am anderen Zughaken vorgelegt werden und die Zinken schräg nach hinten stehen.

Die **Befestigung** der Zinken im Eggbalken erfolgt in verschiedener Weise. Hölzerne Zinken werden einfach in die Löcher des Eggbalkens geschlagen und durch einen von oben eingetriebenen Keil

befestigt (Fig. 51 a). Eiserne Zinken erhalten, wenn sie einfach in die Löcher des Eggbalkens eingeschlagen werden sollen, an den vier Kanten Widerhaken, durch welche das Herausfallen verhindert werden soll (b). Da bei einfachem Einschlagen die Zinken leicht locker werden und verloren gehen oder bei erneuertem Einschlagen ungleich lang werden, so erhalten sie bei einer dritten Befestigungsart dicht unter dem Eggbalken eine ringförmige Verstärkung, während an dem durch den Balken gehenden Teile ein Gewinde angeschnitten ist, so daß oberhalb des Balkens die Befestigung durch eine Schraubenmutter erfolgen kann (c). Man erreicht dadurch zugleich die größeste Leichtigkeit des Auswechselns bei dem Bruch einer Zinke. Eine andere Befestigung erfolgt in der Weise, daß neben der Befestigung durch Widerhaken an jedem Balkenende ein Nagel eingeschlagen und an jeder Zinke oben eine Öse angeschmiedet ist. Durch die Ösen der Zinken wird ein Drahtende gezogen und an den Nägeln befestigt, so daß ein Herausfallen der Zinken unmöglich ist (d).

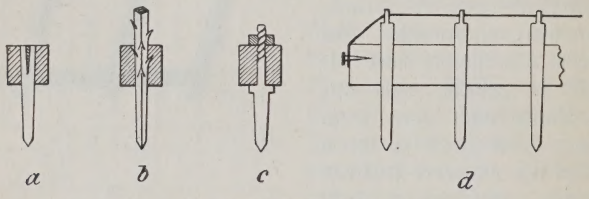


Fig. 51. Zinkenbefestigung.

Die **Verteilung** der Zinken auf den ganzen Rahmen wird in der Weise geordnet, daß jede Zinke ihre besondere Rille zieht (Fig. 49 u. 50) und die Rillen die gleiche Entfernung voneinander haben, ferner daß die benachbarten Zinken möglichst entfernt voneinander befestigt sind. Hierdurch wird einerseits eine gute und gleichmäßige Arbeit erzielt und andererseits das Verstopfen durch Wurzeln und Erdklumpen vermieden.

§ 62. Die Eggarbeit auf dem Acker.

1. Die **Arbeit** der Egge besteht a) in dem Krümeln, b) dem Krustebrechen, c) dem Ebnen des Bodens, d) der Reinigung von Unkräutern, e) der Unterbringung der Saat und f) dem Verdünnen einer aufgelaufenen Saat.

a) Das Krümeln des Bodens (besonders das Schollenbrechen) wird durch den Stoß oder Schlag der Zinken, nicht durch ein langsames Durchschneiden bewirkt. Dieser Stoß oder Schlag wird bei den

Eggen durch springende oder schlängelnde Bewegung noch verstärkt. Wesentlichen Einfluß hat dabei die Geschwindigkeit der Pferde; je schneller sich dieselben bewegen, um so schärfer wird das Springen und Stoßen der Egge. Will man daher große, feste Schollen krümeln, so ist es zweckmäßig, die Pferde lieber weniger Stunden am Tage, aber womöglich im Trabe eggen zu lassen, während die anderen Eggarbeiten im Schritt ausgeführt werden können. Um die Pferde sich beim Nebeneinanderspannen nicht gegenseitig behindern und ebenso nicht die Eggen sich gegenseitig bei dem Springen aufhalten zu lassen, sind „schottische Eggen" bei dem Krümeln zu vermeiden und die Pferde einzeln vor einzelne Eggen zu spannen. b) Das Krustebrechen geschieht im Frühjahr bei Weizen- und Roggenfeldern, sowie später bei aufgehenden Kartoffeln, um für Luft und Wasser ungehinderten Zutritt in den Boden zu verschaffen. c) Das Ebnen des Bodens erfolgt vor jeder neuen Pflugfurche, wie vor dem Ausstreuen der Saat. d) Das Reinigen des Ackers von Unkräutern wird durch Auseggen der Wurzeln und der unterirdischen Stengel erzielt, sowie dadurch, daß die auflaufenden Unkräuter in ihrem Wachstum durch das Eggen gestört werden. e) Bei der Aussaat wird nach voraufgehendem Ebnen des Bodens die Saat ausgestreut und nun durch Eggen eingebracht. f) Ein Verdünnen aufgelaufener Saat durch scharfes Eggen findet z. B. bei Stoppelrüben statt, da deren Samen so fein ist, daß er sich nicht dünn genug säen läßt.

2. Die **Arten** des Eggens sind das Rund- und das Längseggen. a) Bei dem Rundeggen gehen die Pferde fortwährend im Kreise um den Führer herum, dessen Einsicht es überlassen wird, eine jede Stelle nach Bedarf öfter oder weniger oft mit der Egge zu überziehen. Abgesehen von der zunehmenden Unzuverlässigkeit der Arbeiter hat das Rundeggen den großen Nachteil, daß das äußerste Pferd einen größeren Kreis und einen weiteren Weg macht, als das nächste und so fort. b) Das heute allgemein angewendete Längseggen besteht darin, daß das Feld streifenweise, an einer Seite entlang beginnend, mit der Egge überfahren wird, worauf einzelne Stellen nach Bedarf am Schluß der Arbeit nochmals übereggt werden, auch das ganze Ackerstück mehrmals — bei jedem Strich in anderer Richtung — ganz geeggt werden kann.

3. Der **Feuchtigkeitszustand** des Bodens kommt, wie bei dem Pflügen, so auch bei dem Eggen in Betracht, insofern nasser Boden dadurch verschmiert wird, und insofern die zu trocken und hart gewordenen Schollen sich nicht mehr zerkleinern lassen.

§ 63. Dornschleife. — Wiesenegge. — Eggarbeit auf Wiesen.

1. Die **Dornschleife** oder Dornegge besteht aus einem hölzernen Eggrahmen, welcher mit Dornen oder stark verästeltem Strauchwerke durchflochten ist. Sie wird erforderlichen Falles durch Holzkloben oder durch den darauf stehenden Führer selbst beschwert.

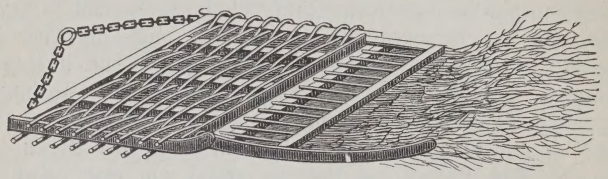


Fig. 52. Dornschleife.

2. Die **Wiesenegge,** Gelenk- oder Gliederegge, unterscheidet sich von der gewöhnlichen Egge vornehmlich durch den Rahmen, welcher aus vielen einzelnen, durch Gelenke oder durch Ketten verbundenen Gliedern besteht. Diese Einrichtung soll den Zinken eine gewisse Gelenkigkeit erteilen und es ihnen möglich machen, zwischen den Grashorsten in den Boden einzudringen, denselben zu lockern und das Moos herauszuholen. Für die Zugvorrichtung wird hierdurch ein Zugbaum, wie bei schottischen Eggen, erforderlich. Man muß auch hinter den Egggliedern, um ein Zusammenrollen derselben zu verhindern, oft noch einen Stab zum Spannen der Egge anbringen.

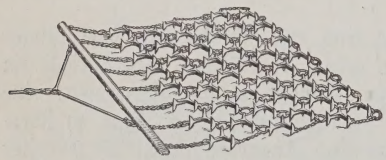


Fig. 53. Wiesenegge.

3. Die **Eggarbeit auf Wiesen** hat den dreifachen Zweck, den Boden an seiner Oberfläche zu lockern, die Maulwurfshügel einzuebnen und das Moos zwischen den Graspflanzen herauszuholen.

Die **Ausführung** der Arbeit erfolgt mit der gewöhnlichen Egge, der Dornschleife oder der Wiesenegge. Die gewöhnliche Egge benutzt man in der Weise, daß man die Pferde vor einen Vorderwagen spannt und an diesem mit Ketten zwei und selbst drei gewöhnliche Eggen anbringt. Hierdurch schont man die Pferde, deren Brust sonst bei dem starken Springen gewöhnlicher Eggen auf Wiesen leiden würde.

§ 64. Der Krümmer. — Arbeit desselben.

1. Der **Krümmer** (Grubber, Furchenigel, Exstirpator, Skarifikator, Kultivator) besteht aus Zugvorrichtung, Rahmen und Zinken.

Die Zugvorrichtung besteht aus einem Zughaken, der manchmal noch mit einer Stellvorrichtung zur Einstellung des Tiefganges verbunden ist.

Der hölzerne oder eiserne Rahmen ist bei kleinen Krümmern dreieckig, bei großen trapezförmig. Bei größeren Krümmern ruht der Rahmen in der Regel auf Rädern; in diesem Falle gestattet ein Hebel das genaue Einstellen auf Tiefgang (Fig. 54 b) oft selbst während des Ganges.

Die Zinken sind starken Eggzinken ähnlich, aber nach vorn gebogen. Sie werden bei kleinen Krümmern mit Schraube und Mutter, bei großen ähnlich wie das Pflugmesser (Fig. 35, S. 73) befestigt. Die Zinken sind an der Spitze oft mit auswechselbaren Scharen versehen, so daß je nach deren Form und Breite die Arbeit verschieden ausfallen kann.

Der Krümmer steht bezüglich seiner Wirkung, wie nach seinem Bau, zwischen Pflug und Egge. Die Zinken lockern den Boden tiefer, als die der Egge, vermögen auch bei flacher Einstellung und bei der Wahl breiter Schare die Stoppeln zu schälen, können den Boden aber niemals wenden.

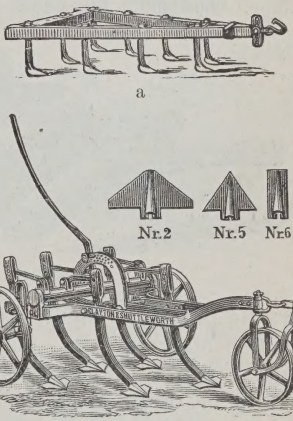


Fig. 54. Krümmer (Grubber).

2. Die **Arbeit des Krümmers** besteht in der Lockerung des Bodens, der Beseitigung von Unkräutern oder im Schälen.

Zum Lockern verwendet man ihn, wenn man ein Mischen des Bodens nicht mehr beabsichtigt, ihn aber vor der Saat noch tiefer lockern möchte, als es die Egge gestattet. Der Krümmer hat in diesem Falle die größere Arbeitsbreite (1 m) vor dem Pfluge und eine größere Arbeitstiefe vor der Egge voraus. Unter Umständen kann man in Ermangelung eines Untergrundpfluges starke Krümmer auch zum Lockern des Untergrundes benutzen; man muß dann aber möglichst spitze Schare wählen, um ja die Grenze zwischen Untergrund und Ackerkrume zu schonen (§ 43, S. 61). Zum Beseitigen von Unkräutern wendet man den Krümmer an, sobald es sich um Wurzelunkräuter, z. B. Quecke, handelt, die mit seiner Hülfe aus dem Acker entfernt werden. Zum Schälen gebraucht man den Krümmer

mit breiten Scharen in Ermangelung eines Schälpfluges, eggt die Stoppelreste heraus und pflügt sie nach dem Abwelken unter, um so eine schnelle und leichte Bestellung der Felder vor der Herbstsaat zu erzielen. Zum Unterbringen der Saat, wozu er gleichfalls angepriesen wird, eignet sich der Krümmer nicht, da er die Körner zu einer sehr ungleichen Tiefe unterbringt.

§ 65. Die Walze.

1. Bei der Walze unterscheiden wir a) die Zugvorrichtung, b) den Walzenrahmen und c) den Walzenklotz.

a) Die **Zugvorrichtung** besteht bei größeren Walzen aus einer Deichsel, bei kleinen Walzen aus dem Zughaken.

b) Das Material zur Herstellung des **Walzenrahmens** kann Holz oder Eisen sein. Bei hölzernen Walzenrahmen ist es zweckmäßig, wenigstens die Lager der Klotzzapfen aus Metall anzufertigen.

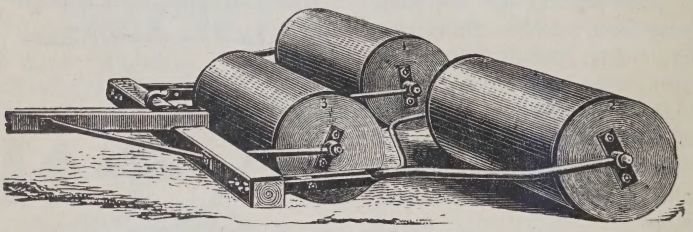


Fig. 55. Dreiteilige Klotzwalze.

Der Bauart nach können die Walzenrahmen ein- oder mehrteilig (gewöhnlich dreiteilig) sein. Dreiteilige Walzen (Fig. 55) haben vor einteiligen (Fig. 56) den Vorzug, daß sie sich, da der Rahmen etwas gelenkig ist, besser der Erdoberfläche anschmiegen, sowie sie auch das Umkehren erleichtern. Häufig wird auf dem Rahmen ein Kasten zum Beschweren der Walze durch Steine oder Erde angebracht. Oft besitzt der Rahmen Zapfen, an welchen zum Transport auf Straßen Fahrräder angebracht werden können. (Fig. 56.)

c) Der **Walzenklotz** kann in einfacher oder doppelter Anzahl (d. h. ein Klotz hinter dem andern) (Fig. 56) vorhanden sein, wonach wir einfache und doppelte Walzen unterscheiden. Nach der Form des Walzenklotzes unterscheidet man Schlichtwalzen, Leistenwalzen und Schollenbrecher.

2. a) Der Klotz der **Schlichtwalze** oder „glatten Walze" kann aus Holz, Eisen oder Stein gefertigt werden. Steinwalzen werden stets einteilig, hölzerne und eiserne Schlichtwalzen oft mehrteilig gefertigt. Eiserne Walzenklötze können hohl gebaut und so eingerichtet werden,

daß man sie zum Beschweren mit Wasser füllen kann. Des leichteren Ganges und der bessern Wirkung halber ist es gut, den Durchmesser des Walzenklotzes nicht unter 40 cm zu wählen.

b) Hölzerne **Leistenwalzen** werden dadurch hergestellt, daß man auf einer hölzernen Schlichtwalze dreikantige Leisten der Länge nach mit Nägeln befestigt. Bei eisernen Leistenwalzen oder **Ringelwalzen** besteht der Walzenklotz aus einer Welle, auf welcher eine Anzahl eiserner Scheiben mit zugeschärften Kanten (Ringe) sitzt. An der doppelten Ringelwalze greifen behufs besseren Reinhaltens die scharfen Kanten des einen Klotzes in die Vertiefungen des andern Klotzes ein. Bei doppelten Ringelwalzen pflegt man einen zweiten Walzenrahmen vorrätig zu halten, um zwei einfache Ringelwalzen daraus herstellen zu können.

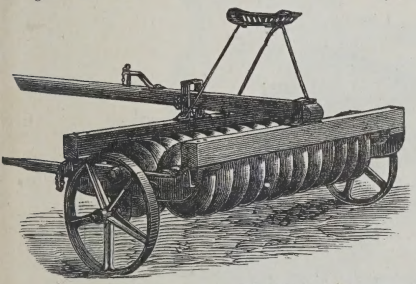


Fig. 56. Doppelte einteilige Ringelwalze.

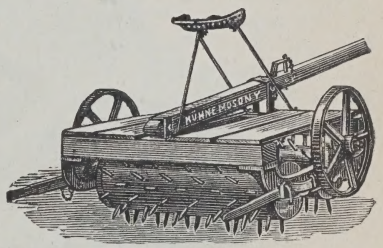


Fig. 57. Stachelwalze.

c) Hölzerne Schollenbrecher oder **Stachelwalzen** stellt man her, indem man eine hölzerne Schlichtwalze mit eisernen Stacheln versieht. Eiserne **Schollenbrecher** ähneln den Ringelwalzen und unterscheiden sich von denselben nur dadurch, daß der zugeschärfte Rand der Ringe nicht rund, sondern in zackigen Spitzen geformt ist. Oft läßt man auch je einen Ringelwalzenring mit einem Stachelring abwechseln.

§ 66. Die Arbeit der Walze.

1. a) Das **Zusammendrücken** des Bodens erfolgt mit der Schlicht- oder Leistenwalze, sobald für gewisse Pflanzen, z. B. für Hafer, der Boden zu lose geworden ist. Es wird dadurch auch das Aufsaugen der Feuchtigkeit aus dem Untergrunde (§ 32, S. 46) erleichtert. Ganz besonders nötig wird das Festwalzen nach dem Unterpflügen von Gründüngung, um das Aufsteigen der Feuchtigkeit aus dem Untergrund durch die Dungschicht bis zur Ackerkrume zu fördern. Das Zusammendrücken losen Bodens führen wir nach der

Herbstsaat vor Winter gern mit einer Leistenwalze aus, da die kleinen zurückbleibenden Kämme den Schnee in erwünschter Weise auf dem Acker haften lassen.

b) Das **Ebnen** des Bodens mit der Schlichtwalze wendet man vor der Drillsaat, oft auch vor dem Markieren des Feldes und dem Auspflanzen von Gemüse an. Die Steinwalze kommt auch bei dem Ebnen von Wiesen durch Hineindrücken von Kampen zur Verwendung.

c) Das **Krustebrechen** erfolgt nach Bedarf mit Hülfe der Schlicht- oder Leistenwalze, während d) zum **Schollenbrechen** Ringelwalze und Schollenbrecher dienen. Zu beachten ist dabei, daß nach dem Schollenbrechen mit der Walze das Feld nicht wieder geeggt werden darf, da viele Schollen nicht sowohl zerdrückt, sondern vielmehr nur in die Erde eingedrückt sind und durch die Egge nur wieder herausgeholt werden.

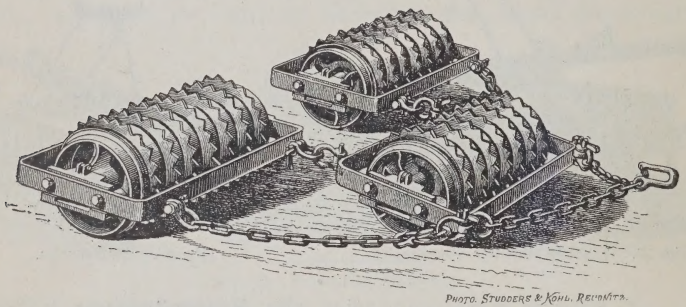


Fig. 58. Schollenbrecher.

e) Das **Andrücken feiner Sämereien,** welche eine Unterbringung nicht gestatten, erfolgt mit der Schlicht- oder Leistenwalze, um dem Samen die Bodenfeuchtigkeit leichter zugänglich zu machen. Ein seichtes **Unterbringen** kann mit diesem Andrücken bei Verwendung der doppelten Ringelwalze verbunden sein, indem die von dem ersten Walzenklotz gemachten Kämme durch den folgenden gespalten werden.

f) Das **Andrücken von Pflanzen** geschieht bei aufgefrorenen Saaten mit Hülfe der Schlicht- oder Leistenwalze. Bei starkem Frost hebt sich nasser, besonders der leichte humose oder der torfige Boden, da das Wasser sich beim Gefrieren ausdehnt. Hierbei reißen die Wurzeln der mit der Erdoberfläche gleichzeitig angehobenen Pflanzen, während diese beim Auftauen nicht wieder mit einsinken, sondern oben liegen bleiben. Das Andrücken so aufgefrorener Saaten soll durch innige Berührung der Pflanzen mit der Erde ein Verwelken hindern und die Neubewurzelung fördern.

2. In Rücksicht auf den **Feuchtigkeitszustand** des Bodens ist mäßige Feuchtigkeit erwünscht, da der Boden bei Nässe an der Walze haftet und besonders die Ringelwalzen und Schollenbrecher verklebt, andererseits bei Trockenheit Kruste und Schollen sich nicht mehr zerdrücken lassen.

§ 67. Die Dampfkultur.

1. Die **Dampfpfluglokomotive** ist eine auf Feld und Straßen selbständig sich fortbewegende Straßenlokomotive, welche unter dem

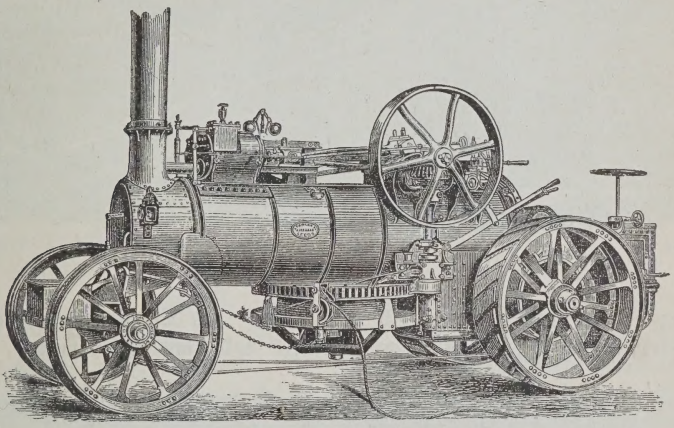


Fig. 59. Dampfpfluglokomotive.

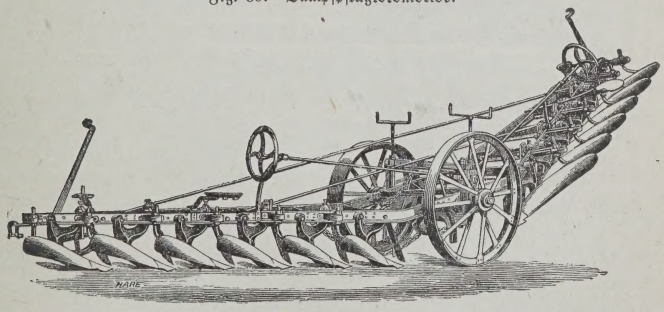


Fig. 60. Dampfpflug.

Kessel eine auf senkrechter Welle aufsitzende Trommel trägt, auf der ein langes Drahtseil auf- und abgewickelt werden kann.

2. Der **Dampfpflug** ist ein Kipppflug und erspart dadurch das Umwenden. Er kann mit mehr oder weniger zahlreichen und großen Pflugkörpern versehen sein.

3. **Andere Geräte,** welche von der Dampfpfluglokomotive bewegt werden können, sind die Dampfegge und die Dampfgrubber, die

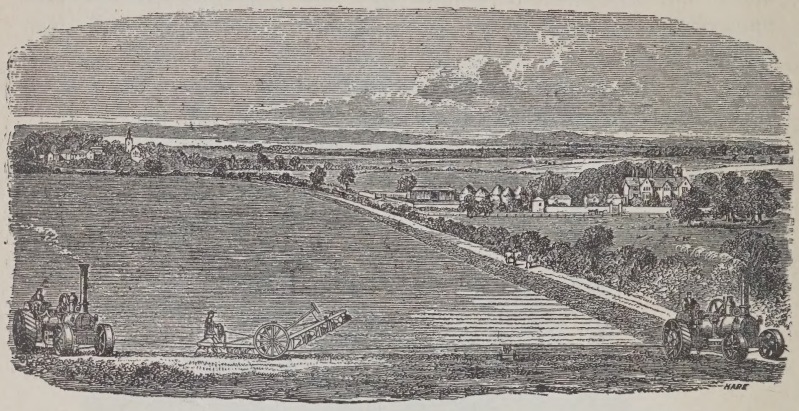


Fig. 61. Zweimaschinensystem.

ihrer großen Breite wegen sich aber schlecht als Kippgerät anordnen lassen und daher jedesmal beim Umkehren voll umwenden müssen.

Fig. 62. Einmaschinensystem.

4. a) Das **Zweimaschinensystem** verwendet zwei Lokomotiven, welche auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Feldes aufgestellt werden. Während die eine das Gerät durch Aufwickeln des Seils auf die

Trommel an sich zieht, läßt die andere das Seil von ihrer Trommel ablaufen, benutzt aber die Pause dazu, um eine doppelte Arbeitsbreite des Geräts vorzurücken. Die Lokomotiven wechseln in dieser Weise bis zur Beendigung der Arbeit ab.

b) Bei dem **Einmaschinensystem** tritt an die Stelle der einen Lokomotive ein Ankerwagen, von dem aus das Seil über eine besonders aufgestellte Eckrolle zur allein vorhandenen Lokomotive zurückkehrt und dort auf einer zweiten Seiltrommel unter dem Kessel aufgewickelt wird. Der Ankerwagen wird durch scheibenförmige, tief einsinkende Räder gegen ein seitliches Verschieben geschützt und kann außerdem mit Hülfe einer besonderen Vorrichtung durch das Drahtseil nach Belieben vorwärts bewegt werden. Er rückt nun abwechselnd mit der Lokomotive vor und abwechselnd wird durch Aufrollen des Seils auf die eine oder die andere Seiltrommel der Lokomotive das Gerät hin- und hergezogen.

5. Die **Dampfkultur** macht sich nur auf großen Flächen bezahlt, gestattet aber eine tiefe Bearbeitung des Bodens und wird besonders viel bei Zuckerrübenbau verwendet, da hier die Mehrernte an wertvollen Rüben die Anschaffung lohnt.

§ 68. Die Wasserfurchen.

1. Der **Zweck** der Wasserfurchen ist die Ableitung überflüssigen Regen- und Schneewassers. Die Ableitung überschüssiger Feuchtigkeit ist nicht nur bei stehenden Saaten, sondern behufs Erzielung der Gare auch auf jedem brachliegenden Felde erforderlich, daher jede Pflugarbeit mit der Herstellung von Wasserfurchen schließen soll. Dieselben können auch bei Beetbau nicht durch die Beetfurchen ersetzt werden, da diese nicht immer die Richtung haben, in welcher das Wasser abfließt.

2. Die **Herstellung** erfolgt in der Regel mit dem Häufelpfluge, worauf man an ungünstigen Stellen mit dem Spaten nachhilft. Die Ränder der Wasserfurchen werden, damit sie das Ablaufen des Wassers nicht hindern, mit dem Rechen abgeharkt. Da die Bestimmung der Zahl und Lage der Wasserfurchen viel Geschick und Überlegung erfordert, soll der Wirtschaftsleiter sie durch Vorschreiten vor dem Häufelpfluge selbst angeben und dabei folgendes beachten: Die Entfernung der Wasserfurchen ist so zu wählen, daß jede nur eine zulässige Wassermenge abzuleiten hat, daß also keine überlastet wird. Häufig wird man aus diesem Grunde nicht nur durch eine tiefe Stelle, sondern auch um dieselbe herum Furchen führen. Bezüglich ihrer Richtung sollen die Wasserfurchen ein stetiges, aber mäßiges und möglichst gleichmäßiges Gefälle haben, um einerseits ein Stehenbleiben des Wassers, andererseits Ausrisse zu vermeiden. Auf abhängigen Feldern giebt man ihnen darum nicht die Richtung des Hauptgefälles, sondern legt sie schräg

(diagonal) zu demselben oder giebt ihnen eine schlangenförmige Windung. (Das System sich kreuzender, in zwei Richtungen abwärts laufender Wasserfurchen auf abhängigen Feldern ist als Altenburger System bekannt.) Das Ende der Wasserfurchen schließt an einen Graben oder an Wiesen an. Münden Wasserfurchen vor Querbeeten, so sind sie durch dieselben hindurchzuführen, um ein Anstauen des Wassers zu verhüten.

3. Nach dem Auftauen des Schnees, sowie nach heftigem Regen muß eine **Ausbesserung** der Wasserfurchen mit dem Spaten erfolgen.

IV. Die Düngung.

(Die Paragraphen der 2. Auflage sind denen der 3. in Klammern beigefügt.)

§ 69. Die Ersatzquellen der Pflanzennährstoffe.

Durch die Ernte wird dem Vorrat des Bodens an Pflanzennährstoffen jährlich ein Teil seines Bestandes entzogen. Der **Ersatz** hierfür wird zum Teil aus der Luft geliefert, unmittelbar durch die Aufnahme des Kohlenstoffs als Kohlensäure (§ 7, S. 19) durch die Blätter, mittelbar durch Aufnahme des Stickstoffs durch die Wurzeln auf dem Umwege über den Boden. Weiteren Ersatz (der Aschenbestandteile) liefert die verwitternde Ackerkrume, zum Teil auch der Untergrund, aus welchem sowohl die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit Stoffe in die Ackerkrume hinaufbringt, als auch tiefgehende Wurzeln Stoffe unmittelbar entnehmen. Bei Bewässerungen kann auch das zufließende Wasser große Mengen von Pflanzennahrung zuführen. Diese Ersatzquellen genügen jedoch erfahrungsgemäß nicht, sobald wir Jahr für Jahr starke Ernten zu erhalten wünschen, so daß wir gezwungen werden, die Düngung als weitere Ersatzquelle hinzuzufügen.

§ 70. Wirkung und Einteilung des Düngers.

1. Die **Wirkung** des Düngers kann eine physikalische und chemische sein. Physikalisch wirkt der Dünger durch seine Masse lockernd auf schweren Boden, aber auch — durch Humusbildung — bindiger machend auf Sand ein. Ferner macht hitziger Dünger durch Einleitung gesteigerter chemischer Thätigkeit den schweren, feuchten und kalten Boden wärmer, während feuchter Dünger die unnötig starke chemische Thätigkeit des trockenen und des kalkhaltigen Bodens herabmindert. Chemisch wirkt der Dünger unmittelbar ernährend durch

Ersatz notwendiger Stoffe und mittelbar durch Einleitung von Verwitterung und von Umwandlung der Bodenbestandteile, infolge deren sich viel neue Pflanzennahrung bildet.

2. Nach der Wirkung kann die **Einteilung des Düngers** in Universaldünger und einseitigen Dünger vorgenommen werden. Als Universaldünger ist der tierische oder Stalldünger und der pflanzliche oder Gründünger anzusehen, insofern dieselben sowohl eine physikalische als chemische Wirkung haben, und insofern alle Pflanzennährstoffe — wenn auch nicht alle in großer und genügender Menge — durch sie ersetzt werden.

Als einseitiger Dünger ist der Kunstdünger insofern zu betrachten, als er gewöhnlich nur eine und zwar chemische Wirkung hat, und als durch ihn dem Boden nicht alle Pflanzennährstoffe, sondern nur einzelne ersetzt werden. Hierher gehören auch die indirekten Düngemittel, welche nicht ernährend wirken, sondern den Boden nur zu stärkerer chemischer Thätigkeit anregen.

Wir unterscheiden also:

1. Universaldünger { A. Stalldünger, B. Gründünger,
2. einseitigen Dünger { C. künstlichen Dünger, D. indirekten Dünger.

A. Stalldünger.

§ 71 (§§ 71, 72). Die tierischen Auswurfstoffe.

1. Der **Stalldünger** ist ein Gemenge der festen und der flüssigen tierischen Auswurfstoffe mit der Streu.

2. Die **festen Auswurfstoffe** bestehen aus den nicht verdauten Bestandteilen der Nahrung neben gewissen Mengen von Ausscheidungen des tierischen Körpers, wie Galle, Schleim 2c. Unverdaulich bezw. schwer verdaulich sind: Cellulose, Pflanzenfarbstoffe, Pflanzenwachs, Korkstoff, Kieselsäure und die Verbindungen der Phosphorsäure mit Calcium, Eisenoxyd und Magnesium. Der Wert der festen tierischen Ausscheidungen als Ersatzquelle für Pflanzennährstoffe beruht zu einem großen Teile auf ihrem Gehalt an Phosphorsäure.

3. Die **flüssigen Auswurfstoffe** stellen die vom Körper ge- und verbrauchten Bestandteile und die meisten löslichen Mineralstoffe der Nahrung dar, wie Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Chlor, Schwefelsäure und, mit Ausnahme des Schaf- und Schweineharns, Spuren von Phosphorsäure. Letzgenannte beiden Düngerarten haben einen etwas größeren Gehalt an Phosphorsäure. Neugebildet findet man Harnstoff, Harnfarbstoff und Hippursäure, welche bei ihrer Zersetzung

Ammoniak, kohlensaures Ammonium und Milchsäure liefern. Der Wert der flüssigen Ausscheidungen beruht hauptsächlich auf ihrem Gehalte an Stickstoff; außerdem enthalten sie Kalium.

4. Die **Einteilung der Stalldungarten** wird zweckmäßig nach den Tieren getroffen, von welchen sie herstammen. Je nach der trockneren oder nasseren, je nach der besseren oder geringeren Beschaffenheit des Futters jeder Tiergattung richtet sich nämlich auch die der Auswurfstoffe, wie auch bei Tieren einer und derselben Art der Dünger je nach der besseren oder schlechteren Fütterung verschieden ausfällt. Wir teilen hiernach den festen Dünger in zwei Gruppen ein: a) in trocknen, stickstoffreichen und deshalb hitzigen und b) in feuchten, stickstoffarmen und deshalb kalten Dünger. Zu den trockenen Düngerarten gehören der Schaf- und der Pferdedünger. Sie zersetzen sich schnell und erwärmen den Boden stark, sind deshalb aber in ihrer Wirkung auch nicht nachhaltig, daher man sie gern auf nassen und kalten Böden bringt, um sie zu verbessern, die vorschnelle Zersetzung des trockenen Düngers aber zu mildern. Zu den feuchten Düngerarten gehören der Rinder- und der Schweinedünger. Sie zersetzen sich langsam, halten in ihrer Wirkung aber lange an und werden darum gern auf hitzigen Böden verwendet, in denen zwar ihre Zersetzung beschleunigt wird, sie aber doch länger wirken, als trockene Düngerarten.

5. Die **Aufgabe des Landwirtes** ist es, den Dünger vor **Verlusten an flüssigen und flüchtigen Stoffen** zu schützen. Solches geschieht durch die mechanische und chemische Wirkung der Einstreumittel, durch die zweckmäßige Einrichtung des Stalles und der Düngerstätte, sowie durch die richtige Behandlung des Düngers.

§ 72 (§ 73). Die Einstreu.

1. **Einstreumittel** werden sowohl im Interesse der Tiere wie des Stalldüngers den Auswurfstoffen zugesetzt und haben den **Zweck,** den Tieren ein reines und warmes Lager zu geben, den Dünger zu vermehren, seine Behandlung zu erleichtern, die Jauche mechanisch aufzusaugen und etwa sich bildende flüchtige Stoffe zu binden.

2. Die **Einteilung** der Einstreumittel läßt a) solche unterscheiden, welche mechanisch und chemisch wirken und dabei alle Zwecke der Einstreu erfüllen, und b) solche, welche nur chemisch wirken und nur zur Bindung sich verflüchtigender Stoffe dienen.

A) Die **mechanisch und chemisch** wirkenden Einstreumittel sind das Stroh und seine Ersatzmittel. Das am häufigsten angewendete Einstreumittel ist das Getreide-Stroh und zwar hauptsächlich das Winterhalmstroh, während wir das Sommerhalmstroh seines höheren Nährstoffgehaltes wegen lieber verfüttern. Auch das Stroh anderer

Kulturpflanzen wird, wenn man es nicht verfüttern kann, zur Einstreu verwendet. Bei knappem Strohvorrat ist es ratsam, das Streustroh behufs seiner besseren Ausnützung (in Länge von 25 cm) zu häckseln. Im Bedarfsfalle nimmt man auch Teile wildwachsender Pflanzen, wie Laub, Nadeln, seltener Heidekraut, Moos, Seegras, soweit man derselben habhaft werden kann. Andere Ersatzmittel des Strohs sind Sägespäne, Torfstreu, Torf und Erde. Aus faserigem Moostorf wird nach vorangegangener Trocknung und nach Zerreißen desselben mit besonderen Geräten (Reißwolf) die Torfstreu, durch Absieben aber das als Abfall zurückbleibende Torfmull gewonnen. Auch der Torf muß vor seiner Verwendung getrocknet sein. Torfstreu und Torf besitzen eine gewisse Absorptionskraft für gebundenen Stickstoff (Ammoniak).

Die Güte dieser Einstreumittel bestimmt man nach der Fähigkeit, Dungflüssigkeit aufzusaugen, sowie nach ihrer Zersetzungsfähigkeit. Stroh, Torfstreu und faseriger Torf stehen nach beiden Richtungen hin obenan. Sägespäne saugen zwar große Mengen von Flüssigkeit auf, sind aber schwer zersetzlich. Waldstreu, d. h. Laub und Nadeln, saugen wenig auf und zersetzen sich schwer. Humusarme Erde muß des geringen Aufsaugungsvermögens halber in großen Massen angewendet werden.

B) **Die chemisch wirkenden Einstreumittel.** Durch die **Zersetzung der festen und flüssigen** Auswurfstoffe geht eine sehr bedeutende Menge des wertvollen Stickstoffs in Form von Ammoniak und freiem Stickstoffe verloren. (Nimmt man an, daß ein Rind jährlich 360 Ctr. Dünger liefert, so verliert derselbe ohne Konservierungsmittel ungefähr 31 % Trockensubstanz, das heißt rund 1125 kg organische Substanz und 17 kg Stickstoff im Werte von zusammen 33 Mk.)

Bewahrt man den Dünger mit Erde bedeckt auf, so ist der Verlust an Düngermasse und Trockensubstanz fast ebensogroß, wie ohne Bedeckung, es ist aber der bei der Zersetzung leicht sich verflüchtende Stickstoff vollständig erhalten und in die von den Pflanzen sofort aufnehmbare Salpetersäure umgewandelt. Diese Umwandlung erfolgt durch die in der Erde vorhandenen Bacillen, welche das aus der Zersetzung der stickstoffhaltigen organischen Körper sich bildende Ammoniak in salpetrige Säure und Salpetersäure umsetzen.

Da die meisten Pflanzen den Stickstoff nur in Form von salpetersauren Salzen aufnehmen können, so wird ein sehr kräftig und schnell wirkender Dünger erzeugt. Da aber das Bedecken mit Erde nicht immer ausführbar ist, z. B. nicht bei dem Liegenlassen des Düngers im Stalle, so bedienen wir uns zur Verhütung von Verlusten der folgenden **chemisch wirkenden Einstreumittel.**

a) Aus den von Professor Holdefleiß-Breslau ausgeführten Versuchen ist ersichtlich, daß der **Superphosphatgips,** der teils als

Abfall bei der Fabrikation der Doppelsuperphosphate gewonnen, neuerdings in den Düngemittelfabriken auch besonders hergestellt wird, in erster Linie die Beachtung des Landwirtes verdient.

Wird der Stalldünger mit Superphosphatgips behandelt, der aus Gips und 6—10 % freier Phosphorsäure besteht, so beträgt der Verlust an organischer Masse immerhin noch 22,5 %, es findet aber die Stickstoffmenge keine Abnahme und ist teils in Form von Ammoniak, teils in Form von Salpetersäure vorhanden. Ein solcher Dünger wird auch sehr schnell wirken und für einen etwas schweren und humusarmen Boden am geeignetsten sein. In Jauche hängt man den Superphosphatgips in einem mit Stroh ausgelegten Korbe ein. Für ein Rind verwendet man täglich $^1/_2$ bis 1 kg.

Ein erheblicher Teil der Phosphorsäure ist in Wasser löslich und imstande, sich schnell zu verteilen und das Ammoniak zu binden. Es wird ferner durch die saure Reaktion der entstehenden Lösung die Lebensthätigkeit der niederen Lebewesen, welche die Zersetzung des Düngers beschleunigen, stark eingeschränkt. Sollen diese Voraussetzungen aber zutreffen, so muß der Superphosphatgips reich an freier Phosphorsäure sein. Enthält er hiervon wenig, so wirkt er nicht besser als b) **Gips,** dessen Anwendung heute nicht mehr so empfohlen werden kann, weil er zwar einen Teil des kohlensauren Ammoniaks bindet, die Zersetzung des Düngers aber in keiner Weise behindert.

c) Mischt man den Dünger mit **Staßfurter Abraumsalzen,** vor allem mit Kainit, so beträgt der Verlust an Trockensubstanz nur rund 12 %; es wird also hierdurch in hohem Grade eine wirklich konservierende Wirkung auf den Stallmist ausgeübt. Der Stickstoff bleibt völlig erhalten, zum Teil in Form von gebundenem Ammoniak, außerdem als Salpetersäure, von letzterer aber nicht so viel wie bei Anwendung von Superphosphatgips. Auf leichten, humusarmen Böden, in denen sich der Dünger schnell zersetzt, ist die Anwendung der Kalisalze als Einstreumittel für den Dünger am vorteilhaftesten. Für ein Rind ist $^1/_2$ kg davon erforderlich.

Bei der Anwendung der Kalisalze im Stalle ist jedoch insofern **Vorsicht** geboten, als sie den Hufen und den Eutern der Tiere schaden können. Wird der Dünger täglich aus dem Stalle entfernt, so setzt man die Salze lieber auf der Dungstätte zu, oder, wenn er längere Zeit im Stalle liegen bleibt, kurz vor dem Streuen mit Stroh, um eine unmittelbare Berührung mit den Körperteilen der Tiere zu vermeiden. Ein anderer Nachteil ist der, daß ihr hoher Chlorgehalt nachteilig auf Hackfrüchte wirken kann. Zu diesen bringt man den Dünger daher einige Monate vor der Bestellung des Feldes in den Boden, damit das Chlor, für

welches der Boden keine Absorption hat, durch die Feuchtigkeit in den Untergrund gespült wird.

Es trifft dieses aber nur für leichte Bodenarten zu, während bindige Äcker das Chlor weit länger in der Ackerkrume zurückhalten. Es ist daher zu empfehlen, bei Sandböden nur die Hälfte der Einstreumittel in Form von Kainit, die andere Hälfte in Form von Superphosphatgips dem Dünger zuzusetzen, in bindigen Lehmböden aber nur $^1/_3$ an Kalisalzen zu verwenden.

d) Bei der großen Zersetzlichkeit der Jauche wendet man für sie auch **Schwefelsäure und Phosphorsäure** gemischt in flüssiger Form an. Eine derartige aus der Fabrik bezogene Mischung wird von Zeit zu Zeit in die Jauchegrube gegossen, indem man auf 100 l Jauche 5 l der Mischung zur Anwendung bringt. Neben ihrer ammoniakbindenden Wirkung zerstören die Säuren vor allem diejenigen Bakterien, welche die Salpetersäure wieder in freien Stickstoff umzuwandeln imstande sind. Aus diesem Grunde wird auch ein Besprengen des Düngers mit der Säuremischung zu empfehlen sein.

Dem festen Stalldünger setzen wir also Superphosphatgips, Gips oder Abraumsalze, weniger gut Gips, der Jauche phosphorsäurehaltige Schwefelsäure oder Superphosphatgips zu. Von den für ein Rind genügenden Mengen nimmt man für ein Pferd die Hälfte, für ein Schwein ein Viertel und für ein Schaf ein Zehntel.

§ 73 (§ 74). Der Stalldünger im Stalle.

1. Obwohl durch ein **tägliches Ausfahren und Unterpflügen** Verluste am besten vermieden würden, so ist dasselbe doch wirtschaftlich unmöglich, da einerseits die betreffenden Ackerstücke oft mit Pflanzen besetzt und daher nicht zugänglich sind, und da andererseits durch die damit verbundene Arbeit andere Arbeiten gestört würden. Wir müssen daher den Stalldünger entweder im Stall oder auf der Dungstätte aufbewahren und dabei möglichst vor Verschlechterung hüten.

2. a) Der **Vorteil der Aufbewahrung im Stalle** liegt darin, daß der Dünger vor äußeren schädlichen Einflüssen, so vor Wasserzufluß und Auslaugen, bewahrt wird. Die Tiere treten den Dünger fest und hindern damit das völlige Austrocknen und den übermäßigen Luftzutritt, während gleichzeitig der Dünger durch die Jauche gleichmäßig feucht erhalten wird. Hierdurch wird eine in sehr günstiger Weise langsam verlaufende, gleichmäßig vorschreitende Zersetzung herbeigeführt und dem Entweichen flüchtiger Körper vorgebeugt. Wirtschaftlich vorteilhaft ist auch die Ersparnis an Arbeitskraft zum Hinausschaffen des Düngers.

b. **Nachteile** können durch das kohlensaure Ammonium für die Gesundheit der Tiere, besonders für deren Augen und Lungen,

hervorgerufen werden. Nachteilig ist den Tieren auch das Liegen auf nassem Dunge bei Streumangel. Bei Pferden ist das Stehen auf Dünger den Hufen unzuträglich; der Dünger kann daher nur in dem Falle im Pferdestalle bleiben, wenn er aus diesem nach dem Rinderstalle gebracht wird, eine Maßnahme, bei der ohnehin der trockene Pferde- und nasse Rinderdünger sich vorteilhaft ergänzen.[1]) Dazu kommt noch, daß Gebäude mit niedrigen und schlechten Grundmauern durch die Dungflüssigkeit angegriffen werden.

3. **Vorbedingungen** für das Liegenlassen im Stalle sind zunächst das Vorhandensein genügender Streumengen, sowie die Verhütung des Auftretens von flüchtigem, kohlensaurem Ammonium durch Bindung mit Hülfe von Einstreumitteln und durch ausgiebige Lüftung. Pferdeställe sind womöglich neben Rinderställe zu legen und mit denselben durch eine Öffnung so zu verbinden, daß der Pferdedung täglich in den Kuhstall gebracht werden kann. Außerdem bedürfen die Gebäude besonderer Einrichtungen. Die Grundmauern sind genügend hoch aufzuführen und die Wände durch Isolierschichten, die aus Bleiplatten oder Dachpappe hergestellt werden, vor aufsteigender Feuchtigkeit zu schützen. Um das Versickern der Jauche in den Boden zu verhüten, ist bei durchlassender Erde der Fußboden mindestens zu pflastern oder besser mit hartgebrannten Ziegeln in Cement zu mauern und zu cementieren. Überflüssige Jauche soll durch eine Rinne gesammelt und einer Jauchegrube zugeführt werden. Zum Ausfahren des Düngers muß durch die Lage und die Breite der Thüren, sowie durch schräg zu denselben aufsteigende Ausfahrten das Durchfahren möglich gemacht werden. In der Höhe verstellbare Krippen erleichtern die Fütterung, ganz versetzbare gestatten es bei Jungvieh, durch den Wechsel der Stände den Dünger überall gleichmäßig festtreten zu lassen.

Sind die genannten Vorbedingungen gegeben, so ist das Liegenlassen des Düngers im Stalle der Behandlung auf einer besonderen Düngerstätte vorzuziehen.

§ 74 (§ 75). Die Düngerstätte auf dem Hofe.

1. Bei der **Herrichtung der Düngerstätte** ist auf wirtschaftliche Bequemlichkeit, auf Schutz gegen äußere Einflüsse und auf Einrichtungen zur Düngerbehandlung Rücksicht zu nehmen.

a) Die **wirtschaftliche Bequemlichkeit** erfordert eine entsprechende Lage und Tiefe der Düngerstätte, sowie das Vorhandensein

[1]) Die Remontekommissionen hört man allseitig über schlechte Beschaffenheit der Hufe bei sonst vorzüglichen Tieren klagen und dieselbe auf das Stehen im Dünger zurückführen.

von Ausfahrten. Bezüglich der Lage soll die Düngerstätte den Ställen möglichst nahe sein, womöglich sich an die Hinterwand derselben anschließen, so daß der Dung durch Thüren oder durch verschließbare Öffnungen auf dieselbe befördert werden kann. Gleichzeitig hat man den Vorteil, dieselbe Jauchegrube für die aus dem Stalle und die aus der Düngerstätte abfließende Jauche verwenden zu können. Die Tiefe angehend soll der Dünger nicht über 1,5 m hoch aufgesetzt werden, um das Aufladen beim Ausfahren nicht zu sehr zu erschweren.

b) Der **Schutz gegen äußere Einflüsse** bezieht sich zunächst auf den Schutz gegen Wind und Sonnenwärme, welche den Dünger leicht zu stark austrocknen und zu schnell verwittern lassen. Man giebt mit Rücksicht hierauf der Düngerstätte entweder eine durch die Gebäude geschützte Lage, oder umpflanzt sie mit Bäumen, besonders mit Linden und Kastanien. Ferner ist ein Schutz der Jauche gegen Wasserzufluß und gegen Durchlässigkeit des Untergrundes erforderlich. Der durch den Regen unmittelbar von oben kommende Wasserzufluß schadet nicht, da die Menge desselben gering ist; hingegen muß ein Zufluß von Wassermengen, die sich auf einer größeren Fläche sammeln, verhütet werden, da sonst der Dünger zu naß und bei dem dann folgenden Überfließen des Wassers ausgelaugt wird. Als einfachste Schutzwehr können eine niedrige Mauer von Ziegeln oder um die Düngerstätte gelegte Bordsteine (Fig. 63 a) dienen. Ein Schutz der Jauche gegen die Durchlässigkeit des Untergrundes läßt sich durch Befestigung der Sohle erreichen. Man kann die Sohle mit hartgebrannten Ziegeln oder Feldsteinen in Cement vermauern und mit Cement ausgießen. Einfacher, aber nicht völlige Sicherheit gewährend, ist ein Abpflastern auf Lehmunterlage. Im Notfalle schlägt man die Sohle mit einer 50 cm dicken Schicht fetten, schweren Lehmes aus, die später, wenn sie mit Jauche völlig gesättigt ist, mit dem Dünger ausgefahren und wieder erneuert wird.

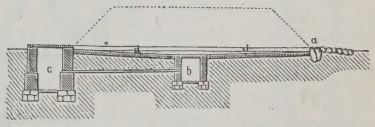


Fig. 63. Durchschnitt der Düngerstätte.

2. Die **Einrichtungen zur Düngerbehandlung** bezwecken ein öfteres Festtreten des Düngers und seine tägliche Anfeuchtung mit Jauche, um — ähnlich wie bei der Aufbewahrung im Stalle — eine gleichmäßige, langsame Zersetzung zu erreichen und dem Entweichen flüchtiger Körper vorzubeugen. Das Festtreten wird unter Umständen am einfachsten durch eine Umfriedigung der Düngerstätte ermöglicht, welche es gestattet, täglich einige Zeit das Vieh darauf verweilen zu lassen. Die Einrichtungen zum Anfeuchten mit Jauche be-

stehen in der Jaucherinne, dem Jauchebrunnen und der Jauchepumpe. Man giebt der Sohle d der Düngerstätte nach der Mitte zu etwas Gefälle und legt durch die Mitte eine Jaucherinne b, in der sich die Jauche sammeln kann. Die Rinne ist durch einen eisernen oder hölzernen Rost, im Notfalle durch darüber gedeckte Äste, gegen das Hineinfallen des Düngers zu schützen. Von dem tiefsten Punkte der Jaucherinne aus führt eine Röhre die Jauche zu dem Jauchebrunnen, der mit hartgebrannten Ziegeln oder Feldsteinen in Cement auszumauern ist und, um das Entweichen des kohlensauren Ammoniums möglichst zu verringern, mit einem gut schließenden Deckel versehen wird.

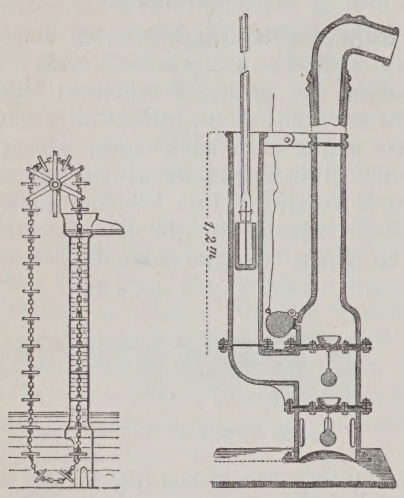


Fig. 64. Kettenpumpe und Jauchepumpe.

Eine Kettenpumpe oder besser eine Fowler'sche Jauchepumpe — die gleichzeitig als Feuerspritze dienen kann — hebt die Jauche aus dem Jauchebrunnen empor, worauf die Verteilung auf der Düngerstätte durch hölzerne Rinnen oder durch Schläuche erfolgt.

§ 75 (§ 76). Der Dünger auf der Düngerstätte.

Bei der Behandlung des Düngers auf der Düngerstätte ist zunächst bei dem jedesmaligen Herausbringen auf ein **gleichmäßiges Ausbreiten** in dünnen Schichten zu achten, um möglichste Gleichmäßigkeit des Düngers an allen Stellen zu erzielen. Chemisch wirkende **Einstreumittel** können dem Dunge noch bei dem Ausbreiten zugesetzt werden; an Stelle der Verwendung von Einstreumitteln ist es auch zweckdienlich, den Dünger auf der Düngerstätte in abwechselnden Schichten mit Torf zu mischen. Um eine langsame Zersetzung zu befördern, ist das **Festtreten** durch das Vieh zu veranlassen. Das **Anfeuchten** des Düngers mit Jauche (bei langer Dürre selbst mit Wasser) hat im Sommer täglich, im Winter nach Bedarf zu erfolgen. Es ist auf der Düngerstätte notwendiger als im Stalle, da das Festtreten im Stalle stärker, das Absickern der Jauche daher langsamer erfolgt, und da der

Dünger im Stalle täglich durch neu hinzukommende flüssige Auswurfstoffe immer wieder angefeuchtet wird.

§ 76 (§ 77). Verwendung des Düngers.

1. Bei dem **Ausfahren** muß der Dünger im Stalle wie auf der Dungstätte in senkrechten Schichten abgestochen werden, um dabei den tiefer gelegenen, stärker verrotteten mit dem obenauf befindlichen und weniger zersetzten Dünger an allen Stellen gleichmäßig zu mischen.

2. Auf dem **Felde** wird der Dünger vom Wagen in kleinen Haufen abgezogen, dann gebreitet und untergepflügt. Das Breiten soll sofort erfolgen, so daß der Dünger keinesfalls längere Zeit in kleinen Haufen liegen bleibt; sonst werden bei eintretendem Regen die wertvollen Stoffe in den Boden gespült, und es entstehen Geilstellen, während der übrigen Fläche die Düngung zum Teil verloren geht. Dem Breiten hat das Unterpflügen sofort zu folgen. Da ein Regen die aus dem Dünger ausgelaugten Stoffe wenigstens gleichmäßig auf der Ackerfläche verteilt, da ferner die dem Acker gewährte Beschattung sogar dienlich ist, ist mit dem Unterpflügen gebreiteten Düngers nur dann zu warten, wenn der Feuchtigkeitszustand des Bodens ein Pflügen nicht erlaubt. (Bodenbearbeitung § 52, S. 74.) Damit eine baldige Zersetzung im Boden gewährleistet bleibt, darf der Dünger nicht zu tief untergepflügt werden.

In dem Falle, daß wegen großer Nässe oder hohen Schnees auf dem Felde eine Verteilung in kleine Haufen und ein Ausbreiten nicht möglich ist, kann die Anlage größerer Düngerhaufen auf dem Felde zweckmäßig sein. Man erleichtert sich hierdurch für den Eintritt trockener Witterung, sowie für das Frühjahr, das Ausfahren des Düngers insofern, als ein Teil der Arbeit, das Hinausschaffen zum Felde, schon gethan und nur das Verteilen auf demselben noch übrig geblieben ist. Die größeren Düngerhaufen werden dachförmig angelegt, mit einem Graben umzogen und mit der daraus gewonnenen Erde eingedeckt.

3. Von **Geräten** verwendet man zum Losmachen des Düngers beim Aufladen den Düngerhaken, einen starken, zwei- bis dreizinkigen Haken an langem Stiel mit rechtwinklig umgebogenen Zinken, sowie das Wiesenbeil (§ 133, Fig. 138), zum Aufladen und später zum Streuen die Düngergabel, die an einem kurzen Stiel eine mit einer Tülle befestigte Gabel mit drei starken Zinken trägt. Stalldüngerstreumaschinen lassen sich aus dem Grunde nicht gut verwenden, weil der Stalldünger ein zu großes Gewicht hat und das Mitführen einer gewissen Menge Düngers neben der Bedienung der Ausstreuvorrichtung zu viel Kraft in Anspruch nimmt.

§ 77 (§ 78). Jauchekarren. — Düngung mit Jauche.

1. Die bei der Jauchedüngung in Anwendung kommenden **Jauchekarren** sind Wagen, die mit einem hölzernen oder eisernen Faß und einem daran befestigten Jaucheverteiler versehen sind.

Der **Jaucheverteiler** hat den Zweck, die Jauche in gleichmäßiger Breite und Stärke zu verteilen. Er besteht aus einem eisernen, unten in das Jauchefaß eingeschraubten Rohrstumpf, der knieförmig nach hinten umgebogen ist, so daß bei geöffnetem Ventil die Jauche wagerecht ausströmt. Hierbei trifft sie eine eiserne Zunge, durch die sie breit und gleichmäßig verteilt wird. Leider läßt es sich bei der Anwendung des Jaucheverteilers nicht vermeiden, daß mit der Entleerung des Fasses, also mit der Druckhöhe, die Sprengbreite abnimmt.[1]) Auch die Ausflußmenge läßt sich nicht regeln. Bei Benutzung einer

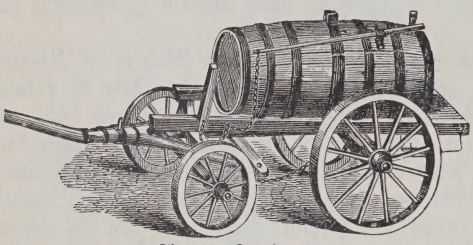


Fig. 65. Jauchewagen.

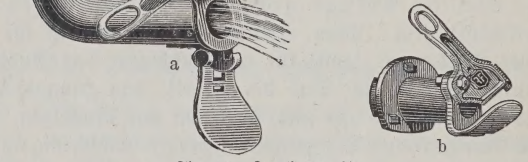


Fig. 66. Jaucheverteiler.

andern Ausflußöffnung des Jaucheverteilers oder bei Abnahme der Zunge fließt der Inhalt des Fasses in einem geschlossenen Strahl aus, wodurch die Verwendung des Jauchekarrens zum Wasserfahren ermöglicht wird.

---

[1]) Man kann diesen Übelstand bei eisernen Jauchebehältern dadurch beseitigen, daß man in der Öffnung, an welcher das Faß gefüllt wird, eine eiserne Röhre von der Decke bis fast zum Boden führt, durch welche dann die senkrechte Ventilstange zum Ventil heruntergeführt wird (Mariotte'sche Flasche). Am Kutschersitz muß ein kleiner Rohrstumpf an dem Jauchefaß angesetzt sein, dessen Verschlußhahn der Kutscher vor dem Füllen öffnet, nach demselben aber schließt.

2. Bei dem **Ausfahren** wird die Jauche mit der Ketten- oder Jauchenpumpe in den Jauchekarren gepumpt, wobei die Jauche in dem Brunnen fortwährend umzurühren ist, um auch die dickeren schlammigen Teile mitzunehmen. Will man mit Pflanzen bestandene Flächen jauchen, so muß man der Jauche, da dieselbe in reinem Zustande schadet, die gleiche Menge Wasser beimischen, es sei denn, daß man auf Schnee jaucht, und daß es sich um wenig empfindliche Pflanzen handelt. (Die für 1 ha erforderliche Menge unverdünnter Jauche ist 300 l.)

§ 78 (§ 79). Menschliche Auswurfstoffe und Federviehdünger.

Die **menschlichen Auswurfstoffe** wie der **Federviehdünger** sind sehr reich an Pflanzennährstoffen, besonders an Stickstoff. Sie sind leicht zersetzlich und wirken stark treibend. Wenn sie allein in größeren Mengen gewonnen werden, so verwendet man sie, wie die Jauche, für Gemüse- und Futterfelder, und zwar auch mit der gleichen Menge Wassers gemischt, wenn das Feld mit Pflanzen bestanden ist. In kleinerer Menge gewonnen, eignen sie sich, da sie keine Streu enthalten, als Beigabe für die Jauche oder den Kompost, daher man oft auf dem Lande die Aborte über dem Jauchebrunnen oder auf dem Komposthaufen errichtet.

§ 79 (§ 80). Der Kompost.

1. **Kompost** ist ein Mischdünger, bei dem Erde mit Dünger, oder Erde mit Abfällen aus der Küche, vom Hofe und aus dem Garten, oder Erde mit Dünger und Abfällen gemischt wird.

2. Der **Zweck** der Komposterbereitung kann ein doppelter sein. Einerseits kann man die Absicht haben, ohne Verluste an Nährstoffen einen gut zersetzten und daher schnell wirkenden Dünger für solche Pflanzen zu erhalten, die in kurzer Zeit großer Mengen an Pflanzennahrung bedürfen (Mais). Andererseits kann man die Verwertung der sonst nicht zu verwendenden Abfälle im Auge haben.

3. Bei der **Herstellung** des Kompostes kommt zuerst die Wahl des Platzes für den Komposthaufen in Frage, bei welcher, ähnlich wie bei der Düngerstätte, eine vor Wind und Sonne geschützte, wirtschaftlich bequeme Lage und, um ein Auslaugen zu verhüten, eine nicht zu niedrige Stelle zu bevorzugen ist. Die Materialien zur Komposterbereitung sind sehr mannigfaltige, so daß bei gutem Willen erstaunliche Mengen derselben zusammenkommen. Beispielsweise seien außer Erde und Dünger an Abfällen genannt: Bauschutt, Asche, Kehricht, Ruß, Waschwasser, Spülwasser, Knochen, Fleisch, Blut, Haare, Federn,

Hörner, Hufe, Holzspäne, Sägespäne, Torfmull, getötete Maikäfer, Raupen und Schnecken, Wegeabraum, Grabenaushub, Rasenplaggen, Unkraut, Gemüseblätter, Baumlaub 2c. Mit den genannten Dingen mischt man häufig gewisse Zusatzmittel, deren eigene Verwertung selbst zwar nicht die Kompostierung erfordert, die aber zur schnelleren und kräftigeren Zersetzung des übrigen Kompostes dienen. Dazu gehören Ätzkalk, kohlensaures Calcium, sowie in kleinen Mengen die Staßfurter Abraumsalze. Bezüglich des Ätzkalkes ist nur insofern Vorsicht nötig, als derselbe bei dem gleichzeitigen Vorhandensein stickstoffreicher Kompostmaterialien das sich bildende flüchtige Ammoniak austreibt, wenn der Haufen nicht mit Erde gedeckt ist. Zum Aufbau des Komposthaufens wird auf einer Erdschicht eine Schicht anderer Kompostmaterialien, darauf weiter abwechselnd eine Erdschicht und eine Schicht anderer Kompostmaterialien ausgebreitet, um schließlich den ganzen Haufen mit einem Erdmantel zu umgeben. Die Höhe des Haufens soll nicht über 1,5 m betragen. Auf der oberen Fläche werden einige Rinnen zum Eingießen von Flüssigkeiten eingeschnitten. Die Behandlung des Kompostes besteht in der Erhaltung eines mäßig feuchten, der Zersetzung günstigen Zustandes, den man in trockener Zeit durch Eingießen von Jauche oder im Notfalle von Wasser zu erhalten sucht. Sonnig gelegene Haufen bepflanzt man der Beschattung halber auch mit Kürbissen. Nach einem Vierteljahre, später nach einem halben Jahre, erfolgt ein Umstechen, welches eine gute Mischung der Materialien herbeiführen und diese zu neuen Zersetzungsvorgängen anregen soll. Man sticht dabei den alten Haufen in senkrechten Schichten ab und bildet den neuen Haufen der Form nach dem alten gleich, nur ohne das frühere Schichtenverhältnis in demselben. Die Reife des Kompostes tritt frühestens nach einem Jahre ein.

4. Die **Verwendung** des Kompostes kann auf der Wiese und auf dem Felde erfolgen. Gewöhnlich wenden wir ihn auf der Wiese an, da mangels einer tiefgehenden Bodenbearbeitung der Stalldünger auf der Wiese einer weitgehenden Zersetzung im Boden nicht zugeführt werden kann, wogegen der Kompost einer solchen nicht mehr bedarf. Kompost, welchem Unkrautsamen beigemischt sind, darf wegen der Gefahr einer Verunkrautung des Ackers **nur** auf Wiesen Verwendung finden. Auf dem Acker verwendet man den schnell wirkenden Kompost zu Handelsgewächsen (Hopfen) oder zu solchen Pflanzen, welche in kurzer Zeit große Pflanzenmassen bilden sollen (Mais). Bei dem Ausfahren wird der Kompost in senkrechten Schichten fortgenommen und häufig noch „geharft", um gröbere, noch unzersetzte Stücke auszuscheiden und nochmals zu kompostieren. Die Harfe besteht aus einem starken Holzrahmen, der durch eine Stütze aufrecht gehalten wird und mit einem starken Drahtgitter bespannt ist.

B. Die Gründüngung.

§ 80 (§ 81). Die Gründüngung.

1. Unter **Gründüngung** verstehen wir das Unterpflügen lebender Pflanzen zum Zweck der Düngung.

Der **Zweck der Gründüngung** ist außer den Nebenwirkungen im Boden (Universaldünger) ein doppelter: a) Die Bodenbearbeitung soll durch die Bodenbeschattung ersetzt (§ 45) und b) die Ackerkrume soll auf Kosten der Luft und des Untergrundes bereichert werden.

Die Stoffe, welche der Ackerkrume **aus der Luft** zugeführt werden, sind der Kohlenstoff und der Stickstoff. Den Kohlenstoff nehmen die Blätter der Gründüngungspflanzen in Form von Kohlensäure unmittelbar aus der Luft auf. Der Stickstoff gelangt aus der Luft auf dem Umwege durch den Boden in die Gründüngungspflanzen; er kommt in der im Boden befindlichen Luft als freier Stickstoff und Ammoniak vor, wird auch durch Regen, Schnee und Hagel in gebundener Form dem Boden zugeführt und von ihm absorbiert, worauf kleine, im Boden vorhandene Pilze (Bacillen) ihn in die Form bringen in welcher er von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden kann. Diese Pilze kommen besonders bei den Schmetterlingsblütlern in eigentümlicher Lebensverkettung (Symbiose) mit denselben vor und erzeugen bei ihnen die bekannten Wurzelknöllchen. Die **aus dem Untergrunde** der Ackerkrume zugeführten Stoffe sind besonders die mineralischen Stoffe (Phosphorsäure, Kali, Kalk ꝛc.).

2. Die an die **Gründüngungspflanzen** zu stellenden Anforderungen beziehen sich, dem Zweck der Gründüngung entsprechend, auf große Krautentwickelung, um den Acker beschatten und viele Stoffe aus der Luft und aus dem Untergrunde gewinnen zu können, ferner auf die vielen Pflanzen beiwohnende Eigenschaft, Stickstoffsammler oder Stickstofferhalter zu sein, endlich auf den Besitz tiefgehender Pfahlwurzeln, um den Untergrund ausnutzen zu können. Allen diesen Anforderungen genügen im höchsten Maße die Schmetterlingsblütler; die Kreuzblütler sind zwar Stickstofferhalter, aber keine Stickstoffsammler, ebensowenig die Gräser und der Spörgel, die auch nur ein geringes Krautvermögen und keine Pfahlwurzeln haben. Unter den Schmetterlingsblütlern müssen wir besonders diejenigen heraussuchen, deren Saatgut und Bestellung für 1 ha sich am billigsten stellen.

3. Bezüglich der **Vor- und Nachteile** der Gründüngung haben wir bei düngerarmen Wirtschaften den Vorteil in der Vermehrung des Düngervorrates um große Mengen wertvollen Düngers auf billigem

Wege, bei düngerreichen Wirtschaften in der Möglichkeit einer Einschränkung des Viehbestandes zu sehen. In allen Wirtschaften kann überdies der Ersatz der teuren stickstoffhaltigen künstlichen Düngemittel durch billigere stickstoffreiche Gründüngung angestrebt werden. Die Nachteile liegen in der Einschränkung der Zeit, während welcher wir den Boden bearbeiten können, sowie in der damit zusammenhängenden Gefahr der Verunkrautung der Felder. Wirtschaftlich ist auch die Notwendigkeit der Bestellung der Gründüngungspflanzen zeitweise eine Erschwerung der Wirtschaft. Der Nachteil der Einschränkung der Bodenbearbeitung läßt sich nur durch anfänglich mäßige und geschickte Anwendung der Gründüngung, die Unkrautgefahr durch energische Bekämpfung des Unkrauts (reinere Saaten, stärkere Saatmengen, bessere Bodenbearbeitungsgeräte, sorgfältigere Bearbeitung des Bodens), der Nachteil vermehrter Arbeit infolge der erforderlichen Bestellung der Gründüngungspflanzen durch die Betonung des Zwischenfruchtbaues beseitigen.

4. Bei der **Ausführung** der Gründüngung unterscheiden wir den Brachfruchtbau, den Stoppelfruchtbau und den Zwischenfruchtbau. Für den Brachfruchtbau eignen sich Lupinen, Wicken, Erbsen, weißer hoher Steinklee (Bokharaklee) und Mischungen derselben. Zum Stoppelfruchtbau empfehlen sich schnellwüchsige oder winterharte Pflanzen, als die sich Lupinen, gewöhnliche Wicken und Sandwicken (mit Johannisroggen) bewährt haben. Dem Zwischenfruchtbau angemessen sind Inkarnatklee, Serradella, Bokharaklee, Sandwicke, Vogelwicke und Lupine (die bei Beetbau vier Wochen vor der Ernte in das stehende Getreide gesäet werden und bei dessen Ernte sorgfältig vor einem Abschneiden durch die Sense zu bewahren sind, da sie sonst eingehen). Nach der Futtergewinnung in vorhergehenden Jahren oder Schnitten kann auch der letzte Schnitt des Rotklees und des Bastardklees zur Gründüngung untergeackert werden. Auf Feldern, die noch keine Schmetterlingsblütler trugen, wendet man oft vorteilhaft vor der Saat das Bodenimpfen, d. h. das Überstreuen kleiner Mengen von Erde (5—10 Ctr. für 1 ha) an, die von einem mit Schmetterlingsblütlern bestandenen Felde genommen ist; man will dadurch dem Boden die ihm noch fehlenden stickstoffsammelnden Pilze (Bacillen) zuführen.

Die **Unterbringung** hat zum Zwecke leichterer Zersetzung möglichst vor Eintritt der Reife zu erfolgen. Pflanzen, die eine sehr große Höhe erreichen (Bokharaklee), sind spätestens bei 1 m Höhe unterzubringen, da sie sonst Schwierigkeiten machen. Eine Erleichterung der Unterbringung erreicht man dabei durch vorhergehendes Abwalzen in der Richtung der Pflugfurchen, im Notfalle durch Abmähen und durch Einharken in die Pflugfurche. Ein einfaches Mittel zur Er-

leichterung des Unterpflügens ist die Anbringung einer losen Kette zwischen dem rechten Ende des rechten Ortscheites und dem Pflugbaum, welche die Pflanzen niederschleift, ehe der Pflugkörper sie trifft; auch erleichtert ein gutes Radsech (§ 51, 2) die Unterbringung ganz bedeutend.

C. Die künstliche Düngung.

§ 81 (§ 82). Die Notwendigkeit künstlicher Düngung. — Das Gesetz des Minimums.

Einerseits ersetzt zwar der künstliche Dünger dem Boden nur einzelne, der Universaldünger aber alle Pflanzennährstoffe, dieser jedoch nicht alle auch in der erforderlichen Menge, insbsondere nicht Stickstoff, Phosphorsäure und Kalium.[1]) Andererseits folgen die Pflanzen bei der Nährstoffaufnahme dem „Gesetz des Minimums", d. h. sie können nicht einen Nährstoff durch den anderen beliebig ersetzen, sondern müssen von jedem Nährstoff eine bestimmte, genügende Menge vorfinden; fehlt es im Boden an einem Nährstoff, so nützt den Pflanzen der Überfluß an anderen Nährstoffen nicht: die Pflanzen richten sich in ihrer Entwickelung nach dem Nährstoff, der in verhältnismäßig geringster Menge (im Minimum) vorhanden ist. Wir müssen daher Stickstoff, Phosphorsäure und Kalium, da der Universaldünger sie nicht genügend ersetzt, in künstlichem Dünger ersetzen, und werden dadurch die Pflanzen ganz außerordentlich fördern, da sie sich nach dem vorhandenen Stickstoff, der Phosphorsäure und dem Kalium als den verhältnismäßig in geringster Menge verfügbaren Nährstoffen in ihrer Entwickelung richten.

§ 82 (§ 83). Die Gewinnung künstlicher Düngemittel.

In dem Wunsche, den durch Universaldünger nicht gewährten Ersatz an Stickstoff, Phosphorsäure und Kalium auf künstlichem Wege zu beschaffen, suchten die Landwirte nach Dingen auf der Erde, welche die genannten Stoffe in größeren Mengen enthalten, und fanden so die **Rohmaterialien** zur Herstellung künstlicher Düngemittel, so z. B. den Dünger gewisser Seevögel (Guano) und die Knochen.

Die Rohmaterialien bedürfen aber zu der **Herstellung von Düngemitteln** noch der Zerkleinerung und teilweise einer chemischen

---

[1]) Diese Stoffe werden in den Körnern, den Tieren und der Milch in großen Mengen aus jeder Wirtschaft verkauft.

Verwandlung. Die Zerkleinerung soll die gleichmäßige und feine Verteilung auf der ganzen Ackerfläche möglich machen, die chemische Umwandlung die in der Bodenfeuchtigkeit schwer löslichen Stoffe in lösliche überführen, damit die feine Verteilung im Boden noch mehr befördert werde.

§ 83 (§ 84). Die Wirkung und Einteilung der künstlichen Düngemittel.

1. Die Düngemittel **wirken** nach ihrem Gehalte an Stickstoff, Phosphorsäure und Kalium sehr verschieden.

a) Der **Stickstoff** wirkt besonders auf starke Krautentwickelung hin, erst mittelbar durch diese auch auf die Bildung anderer Pflanzenteile, wie z. B. der Körner. Er verzögert die Reife.

b) Die **Phosphorsäure** bedingt weniger starke Krautentwickelung, als gesunde Ausbildung der ganzen Pflanze und vorzugsweise einen reichen Körnerertrag. Gegenüber der Reifeverzögerung durch Stickstoff beschleunigt Phosphorsäure das Reifen.

c) Das **Kalium** fördert die gute Gesamtentwickelung, besonders bei den Knollen- und Wurzelgewächsen, den Schmetterlingsblütlern und Wiesengräsern.

Die Phosphorsäure, das Kalium und der Stickstoff in der Form von Ammoniumsalzen unterliegen, da die meisten Bodenarten eine genügende Absorptionskraft für sie besitzen, nicht der **Gefahr des Auslaugens** durch Wasser im Boden, dagegen ist derselben der **Stickstoff in der Form von salpetersauren Salzen** ausgesetzt.

2. Die **Einteilung** nehmen wir nach den wichtigen Pflanzennährstoffen vor und unterscheiden a) stickstoffhaltige, b) phosphorsäurehaltige, c) Stickstoff und Phosphorsäure enthaltende, d) kaliumhaltige künstliche Düngemittel und e) künstliche Mischdünger.

§ 84 (§ 85). Stickstoffhaltige künstliche Düngemittel.

1. Der **Chilisalpeter** wird als Rohmaterial in steinsalzähnlicher Masse in Peru (Südamerika) gewonnen. Durch Auflösen und Auskryställisieren wird er gereinigt, dann getrocknet und gemahlen, worauf er zu Schiff nach Deutschland eingeführt wird.

Der Chilisalpeter, salpetersaures Natrium, enthält den Stickstoff (16 %) in einer sehr leicht löslichen Form, so daß seine Wirkung eine sofortige ist. Deshalb und wegen der Gefahr des Verlustes durch Auslaugen wird der Chilisalpeter gern als Kopfdünger verwendet, d. h. nicht untergebracht, sondern auf die wachsenden Pflanzen gestreut. Bei stärkeren Gaben läßt man der Winterung einen Teil im Herbste, den anderen im Frühjahr zukommen. Auch teilt man wohl, wenn man sich

gegen das Auslaugen völlig sichern will, die Frühjahrsgaben noch in zwei Teile und giebt sie mit 10—25 Tagen Zwischenraum.

2. Das **schwefelsaure Ammonium** wird bei der Gasfabrikation zur Städtebeleuchtung und zu Hüttenzwecken als Nebenprodukt gewonnen und enthält 20% Stickstoff in einer Form, in der er vom Boden absorbiert und allmählich durch Umwandlung in salpetersaure Salze den Pflanzen nutzbar wird. Das schwefelsaure Ammonium kann längere Zeit vor der Saat ausgestreut und untergepflügt werden. Seine Wirkung ist nicht so sicher, wie die des Chilisalpeters.

3. **Andere stickstoffhaltige künstliche Düngemittel,** wie Hornmehl, gemahlene Hornspäne, Blutmehl, das in Schlächtereien getrocknete und gemahlene Blut, Ledermehl, die Abfälle der Weißlederfabriken, und Wollstaub, der Abfall aus Tuchfabriken, kommen nur in geringer Menge in den Handel und enthalten den Stickstoff in schwer löslicher Form, so daß sie vor ihrer Verwendung zweckmäßig durch Kompostierung — womöglich unter Bedecken mit Erde — zur Zersetzung und Umwandlung gebracht werden.

§ 85 (§ 86). Die phosphorsäurehaltigen künstlichen Düngemittel.

1. In den meisten **Rohmaterialien,** aus denen man die phosphorsäurehaltigen Düngemittel gewinnt, ist die Phosphorsäure an drei Teile Calcium gebunden und unlöslich. Man bezeichnet dieses Calciumphosphat als dreibasisch (neutralen) phosphorsauren Kalk ($Ca_3[PO_4]_2$). Tritt ein Teil Calcium aus dieser Verbindung aus, so erhält man den zweibasisch phosphorsauren Kalk ($Ca_2H_2[PO_4]_2$), citratlösliches Phosphat genannt, weil die Löslichkeit in citronensaurem Ammonium als Erkennungsmittel für dasselbe dient. Auch im Boden wird dieses phosphorsaure Salz mit der Zeit in Lösung übergeführt. Die Verbindung der Phosphorsäure mit einem Teil Calcium wird als einbasisch phosphorsaurer Kalk ($CaH_4[PO_4]_2$) bezeichnet. Dieses phosphorsaure Salz ist in Wasser völlig löslich. Außerdem hat man vierbasisch phosphorsauren Kalk in der Thomasschlacke entdeckt. Diese Verbindung ist, wie der zweibasisch phosphorsaure Kalk, in citronensaurem Ammonium löslich. Diejenigen Rohmaterialien, welche die Phosphorsäure schon in löslicher Form enthalten, bedürfen zur Herstellung von Düngemitteln nur der Zerkleinerung um der feinen und gleichmäßigen Verteilung willen. Solche Rohmaterialien, die die Phosphorsäure in unlöslicher Form enthalten, erfordern vor ihrer Anwendung neben der Zerkleinerung noch eine chemische Verwandlung, um die Phosphorsäure in leicht lösliche Form überzuführen.

2. Die Thomasschlacke als Rohmaterial des Düngemittels **gemahlene Thomasschlacke** wird als Nebenprodukt der Stahlfabrikation gewonnen, indem nach dem Verfahren des englischen Chemikers Thomas dem Eisen bei der Stahlbereitung Kalk und Luft zugefügt werden. Der Kalk verbindet sich dabei mit dem das Roheisen verunreinigenden Phosphor und dem Sauerstoff der Luft zu einer in diesem Falle zersetzlichen Phosphorsäure-Calcium-Verbindung und geht dabei in die Schlacke über. Aus diesem Rohmaterial wird durch Mahlen das Düngemittel Thomasschlackenmehl (schlechtweg auch Thomasmehl oder Thomasschlacke) gewonnen, das durchschnittlich 20% lösliche Phosphorsäure enthält. Das Mahlen der Thomasschlacke findet in Kugelfallmühlen, d. h. großen eisernen Trommeln statt, die auf einer wagerechten Welle befestigt und zu einem Drittel mit harten Stahlkugeln gefüllt sind. Bei der Drehung der Trommel rollen die Stahlkugeln übereinander und zertrümmern die dazwischen befindlichen groben Schlackenstücke zu einem staubfeinen Mehl, das durch Siebe am Trommelumfange abgesiebt wird.

Da die feine und gleichmäßige Verteilung des Thomasschlackenmehls nur von der feinen Mahlung abhängt, so muß auf diese geachtet werden. Gute Fabriken liefern Thomasschlackenmehl mit hohem Feinmehlgehalte. Bemerkenswert ist dabei, daß, je mehr Feinmehl vorhanden, je feiner also die Mahlung im allgemeinen ist, auch um so feiner noch die groben Teile ausfallen. Die Feinheit der Mahlung läßt sich bei einiger Übung im großen und ganzen schon bei dem Reiben einer Prise zwischen den Fingerspitzen beurteilen.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Thomasschlacke ist folgende:

17,5 % Phosphorsäure,
48,5 „ Kalk,
5,0 „ Magnesia,
8,0 „ Kieselsäure,
15,2 „ Eisenoxyd.

3. Die **Superphosphate** werden aus Rohmaterialien hergestellt, welche unlösliche Phosphorsäure enthalten. Solche Rohmaterialien sind die Phosphorite, die Knochen, die Knochenkohle und die Knochenasche. Die Phosphorite, im Handel auch Phosphate oder Apatite genannt, bestehen aus phosphorsaurem Kalcium und sind Massen von erdigem oder krystallinischem Gefüge. Häufig sind sie nachweislich organischen (tierischen) Ursprungs und entstammen dem Dünger (Koprolithe) oder den Knochen (Osteolithe) vorweltlicher Tiere. Hierher gehören auch die Phosphatguanos, welche aus den Anhäufungen von Dünger und sonstigen Resten von Seevögeln entstanden sind, ihren Gehalt an Stickstoff aber durch Auswaschen verloren haben und all-

mählich zu festem Gestein geworden sind. In Deutschland werden Phosphorite besonders bei Limburg an der Lahn gefunden. Die Knochen werden zur Bereitung von Superphosphaten gewöhnlich nach Entziehung von Leim und Fett verwendet. Knochenasche wird in Südamerika durch Verbrennen von Knochen gewonnen. Knochenkohle wird aus Knochen hergestellt und zunächst in den Zuckerfabriken zur Klärung des Zuckersaftes verwendet, dann aber, wenn sie dazu nicht mehr brauchbar ist, an die Düngemittelfabriken abgegeben.

Die Herstellung der Superphosphate aus den Rohmaterialien geschieht — abgesehen von einer Zerkleinerung — durch Aufschließen. Darunter versteht man das Mischen der Rohmaterialien mit Schwefelsäure. Aus dem unzersetzlichen und in der Bodenfeuchtigkeit unlöslichen phosphorsauren Calcium der Rohmaterialien entnimmt die Schwefelsäure zwei Teile des Calciums, so daß die nun entstehende Phosphorsäure-Calcium-Verbindung mit einem Teile Calcium in der Bodenfeuchtigkeit leicht löslich wird.

Gleichzeitig entsteht bei dem Aufschließen Gips (schwefelsaures Calcium), der daher in größerer Menge in den Superphosphaten enthalten ist.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2\,H_2SO_4 = CaH_4(PO_4)_2 + 2\,CaSO_4.$$

Das Aufschließen hat den doppelten Zweck, die Phosphorsäure aus der unlöslichen Verbindung in eine lösliche, mithin für die Pflanzen aufnehmbare umzuwandeln, andererseits durch die Löslichkeit in Wasser ihre möglichst feine und gleichmäßige Verteilung im Boden zu ermöglichen. Diese ist bei den Superphosphaten eine so vollkommene, daß die Schnelligkeit der Wirkung gegenüber der Thomasschlacke sehr viel größer ist. Den Pflanzen bleibt freilich die Phosphorsäure nicht in der wasserlöslichen Form zugänglich, denn das Calciumphosphat mit einem Teile Calcium geht schon in kurzer Zeit im Boden in das Calciumphosphat mit zwei Teilen Calcium zurück.

Bei langem Liegen der Superphosphate auf Lagerräumen kommt das Zurückgehen sogar schon vor der Anwendung vor.

4. Die **Doppelsuperphosphate** werden aus denselben Rohmaterialien wie die Superphosphate hergestellt. Man bringt soviel Schwefelsäure zu dem phosphorsauren Calcium hinzu, daß der Phosphorsäure das ganze Calcium genommen wird und reine Phosphorsäure entsteht; dann preßt man auf Filterpressen den entstandenen Gips, den sogenannten Superphosphatgips (§ 72, S. 99) ab. Die so gewonnene reine Phosphorsäure wird mit neuem Rohmaterial, d. h. mit soviel phosphorsaurem Calcium zusammengebracht, daß ein phosphorsaures Salz mit einem Teile Calcium aus dem Ganzen entsteht, das

wasserlöslich ist und zum Unterschied von den Superphosphaten keinen Gips, daher aber verhältnismäßig sehr viel mehr Phosphorsäure enthält.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3\,H_2SO_4 = 3\,CaSO_4 + 2\,H_3PO_4,$$
$$4\,H_3PO_4 + Ca_3(PO_4)_2 = 3\,CaH_4(PO_4)_2.$$

Im übrigen verhalten sich die Doppelsuperphosphate genau so wie die Superphosphate. Man stellt sie überhaupt nur darum her, um bei Versendung auf weite Entfernungen für das Kilogramm wasserlöslicher Phosphorsäure an Fracht zu sparen, da sie im Centner doppelt soviel Phosphorsäure enthalten als die Superphosphate.

5. Die **Präzipitate** werden aus Phosphaten, Knochen oder aus Thomasschlacke gewonnen. Man schließt das dreibasisch (neutrale) phosphorsaure Calcium mit soviel Salzsäure auf, daß freie Phosphorsäure entsteht. Diese wird durch Hinzufügung bestimmter Mengen von Kalkmilch in eine Phosphorsäure-Calcium-Verbindung mit zwei Teilen Calcium verwandelt und ausgefällt. Als Vorzug der Präzipitate ist der mehlfeine Zustand bemerkenswert, der die Verteilung im Boden und die Lösungsfähigkeit in der Bodenfeuchtigkeit erleichtert. Einen Nachteil bedingt der Umstand, daß besondere Schwierigkeiten bei der Fabrikation die Herstellung der richtigen Phosphorsäure-Calcium-Verbindung unsicher machen, der Dünger auch infolge des Gehaltes an Chlorcalcium leicht Wasser aus der Luft anzieht und eine schmierige Beschaffenheit annimmt.

§ 86 (§ 87). Die Stickstoff und Phosphorsäure enthaltenden künstlichen Düngemittel.

1. Die **Rohmaterialien** für die Stickstoff und Phosphorsäure enthaltenden Düngemittel sind Peruguano, Knochen, Fische und Fleisch. Der Peruguano findet sich auf Inseln an der Küste von Peru vor und besteht aus dem Dünger und den Resten von Seevögeln, die bei dem Mangel an Regen sich in großen Massen anhäufen und ihren Stickstoffgehalt bewahren. Die Knochen werden aus Schlächtereien bezogen oder von Händlern gesammelt. Die Fische sind entweder minderwertige, mit anderen gefangene Tiere, wie der Stichling, oder sie dienen in ihren unverwertbaren Teilen (z. B. Fleisch und Knochen des um seines Thranes und Fischbeines willen gefangenen Walfisches) zur Düngerbereitung. Das Fleisch ist der Abfall von der in Amerika betriebenen Fleischextraktfabrikation oder stammt aus Abdeckereien her.

2.a) Der **gemahlene Peruguano** wird durch Mahlen und Sieben des Rohmaterials hergestellt und wurde früher sehr viel verwendet, als die zuerst ausgebeuteten besten Lager noch sehr stickstoffreichen Guano lieferten und die Wirkung in erster Linie auf dem Stickstoff beruhte. Seine Anwendung war der des schwefelsauren Ammoniums gleich.

b) Der **aufgeschlossene Peruguano** oder das Peruguano-Superphosphat wird durch Mahlen, Sieben und Aufschließen stickstoffärmeren Rohmaterials hergestellt. Bei der Anwendung, welche derjenigen der Superphosphate gleich ist, hat sich der aufgeschlossene Peruguano als ein leicht streubarer und stets wirksamer Dünger erwiesen, dessen Preis daher auch immer verhältnismäßig hoch ist.

3. a) Das aus den Knochen gewonnene **Knochenmehl** hat mit der Zeit mannigfaltige Umwandlung erfahren. Das ursprünglich aus Knochen durch Stampfen hergestellte **rohe Knochenmehl** war zwar ein sehr langsam wirkendes, aber bei fortgesetzter Anwendung den Acker, besonders leichtere Böden, sicher hebendes Düngemittel. Man suchte seine Wirkung durch sorgfältige Kompostierung zu erhöhen, konnte jedoch hierbei größere Verluste an Stickstoff nicht vermeiden.

b) Das **gedämpfte Knochenmehl** unterscheidet sich von dem rohen darin, daß nach dessen Zerkleinerung das Fett aus den Knochen zur Gewinnung von Knochenöl ausgeschieden wird. Anfänglich geschah dies durch Behandlung mit Wasserdampf, jetzt durch Ausziehen des Fettes mittelst Benzin. Beim Dämpfen geht zwar ein Teil des Stickstoffs verloren, doch wird das Knochenmehl durch das Entfetten leichter zersetzlich.

c) Das **entfettete und entleimte Knochenmehl** bildet sich, wenn man aus den Knochen nach dem Zerkleinern und Entfetten auch den Leim auszieht. Hierdurch geht der Stickstoffgehalt fast völlig verloren, während die Phosphorsäure, wie in dem „gedämpften Knochenmehl", nur langsam wirkt, langsamer als in der Thomasschlacke; die Verwendung des gedämpften und entleimten Knochenmehls ist daher nicht zu empfehlen; seine Wirkung ist nur wenig besser, als die der Rohphosphate.

d) Das **aufgeschlossene Knochenmehl** oder Knochenmehl-Superphosphat (oft des völlig fehlenden Stickstoffs halber auch nur schlechtweg Superphosphat genannt) wird aus zerkleinerten, entfetteten und entleimten Knochen durch Aufschließen gewonnen und tritt somit vollständig in die Reihe der Superphosphate, also der nur phosphorsäurehaltigen Düngemittel ein. Der Gehalt an wasserlöslicher Phosphorsäure läßt uns dasselbe wegen der Schnelligkeit der Wirkung den anderen Knochenmehlen vorziehen.

Die Änderung in der Verwertung der Knochen erklärt sich daraus, daß das Knochenmehl ursprünglich das Hauptprodukt darin war, während jetzt aus den Knochen neben der Gewinnung von Fett und Leim noch Knochenkohle für die Zuckerfabriken bereitet und nur der geringwertigere Abfall zur Bereitung von Düngemitteln als Nebenprodukt verwendet

wird. Der Gehalt an Phosphorsäure und Stickstoff ist in allen dabei entstehenden Düngemitteln ein sehr wechselnder.

4. **Fischguano** und **Fleischdünger** werden aus Fischen, Fischabfällen oder aus Fleisch- (und Knochen-) Abfällen durch Trocknen und Mahlen hergestellt. Sie wirken langsam.

§ 87 (§ 88). Die kalihaltigen künstlichen Düngemittel.

1. Die **Rohmaterialien** der kalihaltigen Düngemittel sind die in Staßfurt (Prov. Sachsen) über dem Steinsalz vorgefundenen und bergmännisch gewonnenen sogenannten Abraumsalze, deren man vier unterscheidet, nämlich Sylvinit mit 20 %, Kainit mit 12 %, Carnallit mit 9 % und Kieserit mit 3 % Kalium.

2. Die **gemahlenen Düngesalze** werden aus den Rohmaterialien durch Mahlen hergestellt.

3. Die **konzentrierten Kalisalze** werden in chemischen Fabriken aus den „rohen" Salzen Sylvinit, Kainit u. s. w. durch Mahlen und durch chemische Behandlung und zwar so hergestellt, daß sie einen höheren Kaligehalt bekommen.

Sie unterscheiden sich von den rohen gemahlenen Düngesalzen (Kalisalzen) nur durch ihren höheren Kaligehalt, der bis 48 % steigen kann und bei sehr weiten Entfernungen die Fracht für 1 kg Kali billiger macht.

4. Die **gereinigten Kalidünger,** das schwefelsaure Kalium (Kaliumsulfat, auch Kaliummagnesiumsulfat) und die kohlensaure Kalimagnesia (Kaliummagnesiumkarbonat) werden in chemischen Fabriken aus den rohen Salzen dargestellt und unterscheiden sich von den rohen gemahlenen Salzen durch das Fehlen des Chlors und durch höheren Kaligehalt. Bei ihrer Anwendung sind die schädlichen Wirkungen des in den rohen Salzen enthaltenen Chlors nicht zu befürchten und man kann sich derselben infolgedessen zu allen Früchten bedienen.[1])

§ 88 (§§ 85, 86, 87). Die Düngung der Pflanzen mit Stickstoff und Phosphorsäure.

1. Der **Bedarf der Pflanzen an Stickstoff** ist ein verschiedener. Es entnehmen z. B. die Halmfrüchte in einer Ernte dem Boden weit weniger Stickstoff als die Hülsenfrüchte. Trotzdem müssen jene mit viel größeren Stickstoffmengen als diese gedüngt werden, weil die Wurzeln der Schmetterlingsblütler durch die in den Wurzelknöllchen lebenden Pilze (§ 80) den Stickstoff selbst sammeln. Unter Umständen wird durch Bodenimpfen nachgeholfen.

[1]) In dem gelegentlich von den Fabriken angebotenen Kaliumphosphat ist das Kali viel zu teuer und seine Verwendung daher nicht zu empfehlen.

Die Aufnahme von Stickstoff aus der Luft geht um so stärker von sich, je reicher der Boden an Phosphorsäure, Kali und Kalk ist. Der Landwirt muß daher bestrebt sein, den teuren Stickstoff sich möglichst kostenlos durch verständige Auswahl und Mineraldüngung von Gründüngungspflanzen zu verschaffen.

Soweit der Stickstoffersatz durch Gründüngung nicht ausreicht, wird vornehmlich der **Chilisalpeter** benutzt, da er überaus schnell wirkt, während das schwefelsaure Ammonium erst in salpetersaure Salze umgewandelt werden muß, ehe sein Stickstoff von den Pflanzen aufgenommen werden kann. Der Chilisalpeter wird aber nur dann voll zur Wirkung kommen, wenn es dem Boden nicht an Phosphorsäure und Kali fehlt. Da der Boden Salpetersäure nicht festhalten kann, so wendet man den Salpeter nur im Frühjahr an. Ist der Boden von sehr durchlässiger Beschaffenheit, so streut man den Dünger obenauf, und zwar $^1/_3$ unmittelbar mit der Saat und den Rest in zweimaligen Zwischenräumen von 2—4 Wochen. (Auf mehr wasserhaltigen Böden kann der Salpeter eingeeggt werden. Es empfiehlt sich aber auch hier, einen Teil als Kopfdüngung zu verabfolgen. Ist Klee in die Sommersaat gesäet, so warte man mit dem Ausstreuen des Salpeters, bis die jungen Kleepflanzen aufgelaufen sind, da sich bei trockener Witterung leicht eine Kruste bildet, und die Salpetersäure den zarten Keimlingen schädlich werden kann.)

Je nach Boden- und Fruchtart wechseln die anzuwendenden Mengen von Chilisalpeter (zwischen $^1/_2$—2 Ctr. für den $^1/_4$ ha). Eine übermäßige Düngung bringt Lagergetreide und geringen Körnerertrag. Das **schwefelsaure Ammonium** kann längere Zeit vor der Saat ausgestreut und untergepflügt werden. Seine Wirkung ist nicht so sicher wie die des Chilisalpeters.

2. Will man den Boden an **Phosphorsäure** bereichern, so kann dieses in Form von Superphosphat oder Thomasschlacke erfolgen. Das **Superphosphat** mit seiner leicht löslichen Phosphorsäure ist überall dort zu bevorzugen, wo der Boden arm an Phosphorsäure und Humus, dagegen etwas kalkhaltig ist und geringe Thätigkeit besitzt. Die **Thomasschlacke** ist mehr für moorige, gut durchlüftete, kalkärmere und thätige Böden geeignet. Man düngt ferner damit vorzugsweise mehrjährige Futterfelder und Pflanzen von längerer Vegetationsdauer. Es läßt sich hierbei auch ein Mittelweg einschlagen, indem man für den ersten Bedarf den Pflanzen einen Teil der Phosphorsäure in Form von Superphosphat, den anderen Teil für den späteren Bedarf behufs Anreicherung des Bodens in Form von Thomasschlacke giebt. Im allgemeinen gilt der Satz, daß man, um die gleiche Wirkung zu erzielen, doppelt soviel Kilogramm citratlösliche Thomasschlackenphosphorsäure für 1 ha geben muß

als wasserlösliche Superphosphatphosphorsäure. Den Wert der Thomasschlacke schätzt man jetzt allein nach der Citratlöslichkeit der Phosphorsäure, die mindestens 70% der Gesamtphosphorsäure ausmachen soll.

Bezüglich der Verwendung des Thomasschlackenmehls ist zu beachten, daß die Phosphorsäure darin zwar löslich ist, aber einer gewissen Zeit und Feuchtigkeit im Boden zu ihrer völligen Zersetzung und zur Überführung in die für die Wurzeln aufnehmbare Form bedarf. Zu Herbstsaaten geben wir sie daher möglichst früh, zu Frühjahrssaaten schon im Herbst oder doch spätestens zur Zeit der Schneeschmelze (Februar), da das spätere Ausstreuen in trockenen Jahren erfahrungsgemäß die Wirkung verzögert und erst später im darauffolgenden Sommer eintreten läßt. Die Unterbringung erfolgt mit dem Pfluge bis zur vollen Tiefe der Ackerkrume.

Das Ausstreuen der Phosphordünger erfolgt am besten mit der Düngerstreumaschine. In Ermangelung derselben mischt man den Dünger der besseren Verteilung halber mit 3 Teilen trockenen Sandes oder trockener Torferde. Das unvermischte Ausstreuen der Schlacke kann leicht bösartige Entzündungen an Händen und Augen hervorrufen. Wegen des oft hohen Kalkgehaltes darf Thomasschlacke nicht mit ammoniakhaltigen Düngemitteln gemischt werden, um das Austreiben des Stickstoffs zu vermeiden.

3. Handelt es sich um eine Düngung von **Winterpflanzen,** so giebt man entweder Superphosphat oder Schlacke oder beides. Zeigen die Pflanzen im Frühjahr keinen genügenden Stand, so benutzt man zeitig Ende März oder anfangs April den Chilisalpeter als Kopfdüngung. Denselben schon im Herbst anzuwenden, empfiehlt sich nur so viel, als die Pflanzen vor Eintritt der Winterruhe noch verarbeiten können. Auf den meisten Böden dürfte wohl dieser Vorrat vorhanden sein. Für **Sommersaaten** wendet man in erster Linie das Superphosphat in Gemeinschaft mit Chilisalpeter an, und zwar bei den Halmfrüchten in dem Verhältnis von 3—2 : 1, während bei Zuckerrüben unter Umständen gleiche Gaben von jedem Dünger gereicht werden. Die zu verabfolgende Menge an Superphosphat schwankt je nach der Bodenkraft und der Pflanzenart zwischen 4 und 12 Ctr. für den Hektar.

§ 89 (§ 88). Die Anwendung der Kalidünger.

1. Das **Bedürfnis der Kulturpflanzen an Kali** ist ein sehr ungleiches. 1a. Von den **Halmfrüchten** hat die Gerste ein größeres Bedürfnis für Kali als Hafer; insbesondere liefert sie bei starker Düngung mit Kali und Phosphorsäure proteïnärmere und für Brauzwecke geeignetere Körner. Von den anderen Halmfrüchten hat der

Roggen ein größeres Kalibedürfnis als der Weizen. Chlorhaltige Kalisalze müssen zu Halmfrüchten möglichst früh vor der Saat gegeben werden, da sie auf die Keimung ungünstig einwirken können.

b) Von großer Bedeutung ist die Kalidüngung ferner für die **Hülsenfrüchte und schmetterlingsblütigen Futterpflanzen.** Ganz besonders muß hervorgehoben werden, daß Lupinen und Serradella nach einer voraufgehenden Kalidüngung selbst auf mergeligen Bodenarten angebaut werden können, die sie sonst nicht lieben. Bei Gründüngungspflanzen aus der Familie der Schmetterlingsblütler giebt man jetzt sogar häufig vor denselben nur Kali und erst nach ihrer Unterbringung Phosphorsäure für die Nachfrucht, während sie selbst derselben den Stickstoff darbieten.

c) Bei den **Hackfrüchten** ist ganz besonders auf den Chlorgehalt der Kalidünger zu achten, der auf Menge und Güte der Knollen und Wurzeln ungünstig einwirkt. Es empfiehlt sich für chlorhaltige Kalisalze eine sehr frühzeitige Anwendung, am besten aber die Einbringung im Herbste, um das Chlor durch das Regenwasser auswaschen zu lassen. Eine Zaghaftigkeit bei der Anwendung der unmittelbaren Kalidüngung zu Kartoffeln und Rüben ist allerdings heute insofern nicht mehr am Platz, als uns die chlorfreien gereinigten Kalisalze zur Verfügung stehen.

d) Unter den **Handelspflanzen** ist der Hopfen besonders kalibedürftig. Da es sich immer nur um kleine, aber sehr ertragreiche Flächen bei demselben handelt, so giebt man Kali jährlich und in größerer Menge als sonst (z. B. auf 1 ha jährlich 400 kg). Auch der Tabak bedarf eines gewissen Kaligehalts im Boden; nur liefern chlorhaltige Salze leicht ein schlecht brennendes Blatt, daher man zu Tabak nur die gereinigten Kalisalze verwenden soll.

e) Hervorragend bedürftig des Kalis sind die **Wiesenpflanzen,** welche dem Boden viel mehr Kali und Phosphorsäure entziehen, als durch Düngung und Bewässerung zurückgegeben wird. Die Kalidüngung, namentlich in Gemeinschaft mit Thomasschlackendüngung, ruft auch sehr bald eine Menge von Schmetterlingsblütlern hervor, so daß der Futterertrag an Masse und Güte wächst.

Man düngt mit 8—16 Ctr. Kainit und, da die Wiesen etwa viermal soviel Kali als Phosphorsäure gebrauchen, mit 2—4 Ctr. Thomasschlacke jährlich.

Das Ausstreuen der Kalisalze erfolgt im Herbst. Sind aber die Wiesen starken Überschwemmungen im Frühjahr ausgesetzt, so wird die Düngung erst im Frühling nach Rücktritt des Wassers vorgenommen. Anzuführen ist noch, daß die Düngung mit Kalisalzen entkalkend auf den Boden wirkt und unter Umständen für den Ersatz des Kalks durch Aufbringung von kohlensaurem Kalk Sorge getragen werden muß. Die gereinigten Kalisalze kommen des hohen Preises wegen auf Wiesen nicht

zur Anwendung. In der Nähe des Bezugsortes tritt an Stelle des Kainits vielfach der chlorreichere, billigere Carnallit. Auf Wiesen erweist sich der Chlorgehalt der Rohkalisalze nicht als schädlich, sondern kann sogar zur Vertilgung des Mooses dienen.

2. Die **Einbringung** der Kalidünger erfolgt durch Ausstreuen und bei Ackerland außerdem durch Unterpflügen.

3. Bei dem **Bezuge** der Düngesalze ist auf den Kaligehalt, wie auf feine Mahlung zu halten, da grobkörnige Salze sich nicht so gut verteilen und sich langsamer auflösen.[1])

§ 90 (§ 89). Die Mischdünger.

Unter den Namen **künstlicher Guano, Wiesendünger, Rübendünger, stickstoffhaltige Superphosphate, Ammoniak-Superphosphate** werden Düngemittel verkauft, welche durch Mischung einfacher Düngemittel hergestellt sind. Man will sie dem Landwirte dadurch begehrenswerter erscheinen lassen, daß man ihre Namen denen bekannter Düngmittel ähnlich gestaltet (Kunst-Guano), oder Mischungen für bestimmte Pflanzen empfiehlt (Rübendünger), oder dadurch, daß man ihren Gehalt vielseitiger erscheinen läßt (stickstoffhaltige Superphosphate).[2])

Gegen die Mischdünger sprechen viele Gründe. Es werden dabei oft Düngemittel miteinander in enge Berührung gebracht, die getrennt zu halten sind, wie schwefelsaures Ammonium und Thomasschlacke, deren Kalkgehalt das Ammoniak austreibt. Ferner werden oft Düngemittel miteinander gemischt, deren Anwendung sehr verschieden zu handhaben ist, wie Thomasschlacke und Chilisalpeter, oder wie Superphosphat und Hornmehl. Endlich ist die Auffassung falsch, daß zu einer bestimmten Frucht unter allen Umständen eine nach einem Rezept hergestellte Mischung richtig sei. Je nach den ausgeführten Erzeugnissen der Wirtschaft, nach der Fruchtfolge, nach der Art und Menge der zugekauften Futtermittel und nach dem Boden ist für Phosphorsäure, für Stickstoff und für Kali Ersatz in wechselnder Menge zu leisten.

---

[1]) Bei dem Bezuge von Sylvinit ist bemerkenswert, daß die Fabriken oder Bergwerke ihn nicht zu festen Preisen abgeben, sondern bei Mehrgehalt an Kalium denselben besonders vergütet haben wollen; ein gemeinsamer Bezug mehrerer Nachbarn wird oft durch die Unmöglichkeit, den Preis vorher genau anzugeben, erschwert.

[2]) Hensels Steinmehl ist ein Gemisch von gemahlenem Marmor, gebranntem Kalk und gemahlenem unwirksamem Rohphosphat; wir erzielen die gleiche Wirkung billiger durch eine Mergelung oder durch Anwendung von gebranntem Kalke.

§ 91 (§ 90). Die Höhe des Nährstoffersatzes in den künstlichen Düngemitteln und der Preis derselben.

1. Wenn wir dem Boden für 1 ha eine gewisse Menge eines Nährstoffes (z. B. 32 kg Phosphorsäure) ersetzen wollen, so ist es im allgemeinen gleichgültig, ob der **Ersatz** durch große Mengen geringhaltiger oder kleine Mengen reichhaltiger Düngemittel (z. B. ob durch 200 kg eines 16 prozentigen oder durch 400 kg eines 8 prozentigen Superphosphats), nicht aber, ob die gleiche Gewichtsmenge hoch- oder geringprozentiger Düngemittel gegeben wird. Es ist also falsch, den Ersatz für die Flächeneinheit in der Centnerzahl der Düngemittel anzugeben, da bei dem stark schwankenden Gehalt der letzteren der Ersatz sehr verschieden hoch ausfallen kann; vielmehr ist es notwendig, sich an die Angabe in Kilogrammen der Nährstoffe zu gewöhnen.

2. In gleicher Weise muß bei dem **Preise** der Centnerpreis des Düngemittels von dem Kilogrammpreis der Nährstoffe unterschieden werden. Der Ersatz eines Nährstoffes wird am billigsten sein, wenn wir das Kilogramm desselben unter Einrechnung von Fracht und Nebenkosten am billigsten beschafft haben, nicht bei dem billigsten Centnerpreise.[1])

Bei der Thomasschlacke ist nur der Gehalt an citratlöslicher Phosphorsäure (nicht mehr der Gehalt an Feinmehl und an Gesamtphosphorsäure) bei Berechnung des Preises zu berücksichtigen.

Bei allen Berechnungen vor Bezug des Düngers ist betreffs der Fracht darauf zu achten, daß die Frachtsätze nicht für beliebige Mengen gelten, sondern sich am günstigsten stellen, wenn man die bezogenen Mengen auf 200 Ctr. (100 metr.) abrundet.[2])

3. Um einen zahlenmäßigen Vergleich zwischen dem Preise der düngenden Bestandteile verschiedener Düngemittel zu ermöglichen, bedient man sich auch der **Düngewerteinheiten.** Als Werteinheit für die düngenden Stoffe nimmt

---

[1]) Der Centnerpreis verschleiert leider den Kilogrammpreis für den mit den Verhältnissen nicht vertrauten Landwirt so vollständig, daß dadurch der Düngerhandel für den kleinen Landwirt durch Unterbieten im Centnerpreise in völlig unreelle Bahnen gedrängt wird, indem z. B. Superphosphate mit 3—4 % Gesamtphosphorsäure, Thomasschlacke mit 60 % Feinmehl und 10—11 % Gesamt-Phosphorsäure im Kleinhandel anzutreffen sind.

[2]) Neuerdings kommen auch Waggons mit etwas höherer Tragfähigkeit (250 Ctr.) zur Verwendung. — Der Preis für 1 kg Nährstoff beträgt gegenwärtig durchschnittlich (ohne Fracht und Nebenkosten):

für Stickstoff in leicht zersetzlichen Düngemitteln	1	M.	20 Pf.,
„ „ „ schwer „ „	1	„	— „ ,
„ wasserlösliche Phosphorsäure	—	„	50 „ ,
„ citratlösliche Thomasmehlphosphorsäure	—	„	30 „ ,
„ Kali in den rohen Düngesalzen	—	„	12 „ ,
„ „ „ „ konzentrierten oder gereinigten Kalidüngern	—	„	30 „ .

man den Durchschnittspreis von 1 % (1 kg) Kali (in Kainit) an. Es entspricht dann der Wert von 1 % citratlöslicher Thomasschlackenphosphorsäure ungefähr 2,5, von 1 % wasserlöslicher Phosphorsäure 4, der des Stickstoffes je nach der Löslichkeit 9—10 Düngewerteinheiten. Man berechnet nun die Anzahl der Düngewerteinheiten in 1 Doppelcentner und dividiert dann mit derselben in den Preis des Doppelcentners. Der so berechnete Preis der Düngewerteinheit giebt uns dann den zahlenmäßigen Anhalt zum Vergleich mit anderen Düngemitteln.

§ 92 (§ 91). Gewähr (Garantie) und Kontrolle.

Die fortgesetzten Betrügereien und die damit eingetretene Unsicherheit im Düngerhandel führten zu einer Einigung unter den Verkäufern und Landwirten. Die reellen Verkäufer verpflichten sich zu einer **Gewähr** für den angegebenen Gehalt der Düngemittel, sowie zur Angabe der Firma, des Namens des Düngemittels und seines Gehalts an Stickstoff (St), Phosphorsäure (Ph) und Kali (K) auf jedem Sacke.[1]) Bei Superphosphaten bedeutet eine Zahl für Ph wasserlösliche Phosphorsäure, bei zwei durch ein + verbundenen Zahlen die erste wasserlösliche, die zweite nicht wasserlösliche Phosphorsäure.

Bei einem Mindergehalte sind die Verkäufer zu einer entsprechenden **Rückvergütung** verpflichtet.

Die Käufer sind dabei an eine **Entnahme von drei Proben**[2]) nach bestimmten Regeln gehalten.

Die **Kontrolle** wird von den landwirtschaftlichen Versuchsstationen geübt. Eine der drei Proben wird zur Untersuchung der nächsten derartigen Station, die zweite auf Verlangen dem Fabrikanten zugestellt. Ist Käufer oder Verkäufer mit der zunächst maßgebenden Untersuchung der ersten Probe unzufrieden, so muß die dritte Probe in Gegenwart unbeteiligter Zeugen in zwei Teile geteilt und zwei Versuchsstationen eingesendet werden, deren eine der Käufer, die andere der

[1]) Zulässige Abkürzungen sind ferner: Sup. für Superphosphat, St.-Sup. für stickstoffhaltige Superphosphate, Chil. für Chilisalpeter, Am. für schwefelsaures Ammonium.

[2]) Die drei **Proben** sind auf dem Bahnhofe oder innerhalb zwei Tagen am Empfangsorte in Gegenwart eines Beauftragten des Verkäufers oder eines unbeteiligten, mit den Bedingungen bekannt gemachten Zeugen so zu entnehmen, daß bei einer Sendung von unter 200 Ctr. aus jedem fünften, bei größeren Sendungen aus jedem zehnten Sacke mit Hülfe eines Probenstechers eine Probe genommen wird. Alle Proben werden auf trockener und reiner Unterlage gemischt und die Mischung in drei, mindestens je $^1/_2$ kg wiegenden Teilen in trockenen Glasflaschen verschlossen, versiegelt und mit entsprechender Aufschrift versehen. Eine Verhandlung über die Entnahme, welche die Firma, den Namen des Düngers, den gewährleisteten Gehalt und die Zahl wie das Gewicht der Säcke enthalten muß, ist von dem Käufer und dem Zeugen zu unterschreiben.

Verkäufer wählt. Der Durchschnitt der beiden letzten Untersuchungserfolge ist dann entscheidend und maßgebend.

Die Kosten der ersten Untersuchung trägt oft der Käufer. Versuche, gegen einen jährlichen Entgelt die Lager der Verkäufer unter dauernde Kontrolle einer Versuchsstation zu stellen, haben sich als unausführbar erwiesen, da die Überwachung des Lagers zu schwierig und die Umgehung der Kontrolle durch geheim gehaltene Lagerräume nicht zu beseitigen ist. Sehr praktisch ist dagegen die Art der Kontrolle, nach welcher der Fabrikant die Untersuchungen, welche jeder beliebige Abnehmer einer Mindestmenge (10 Ctr.) machen läßt, der Station (entweder einzeln oder in Pausch und Bogen) bezahlt. Durch die Kostenlosigkeit werden die Landwirte zur häufigen Benutzung der Kontrollstationen angeregt; der Kaufmann wird durch die erweiterte Möglichkeit der Kontrolle zu reeller Lieferung veranlaßt, hat aber seinerseits auch den Vorteil größeren Vertrauens und steigenden Umsatzes.

D. Die indirekten Düngemittel.

(Vergl. § 70,2 — S. 97.)

§ 93. Der Kalk.

1. Das **Calcium** kommt als unentbehrlicher Nährstoff in allen Pflanzenteilen, in gewissen sogar in sehr großen Mengen vor. In den oberirdischen ist der Kalkgehalt ein weit größerer als in den unterirdischen Pflanzenteilen. Eine reichliche Kalknahrung begünstigt die kräftige Ausbildung der Wurzeln und der oberirdischen Pflanzenteile. Da der Boden häufig so viel Kalk enthält, als zur Pflanzenernährung nötig ist, so haben wir bei der Kalkdüngung mehr die indirekte Wirkung im Auge, bei der wir eine chemische und eine physikalische unterscheiden.

Die chemische Wirkung beruht auf Beseitigung der Humussäuren, sowie auf stärkerer Zersetzung der organischen Reste des Humus und der mineralischen Bestandteile des Bodens, unter Umständen auch in der Überführung des bei Nässe auftretenden schädlichen Eisenoxyduls in unschädliche Eisenoxydverbindungen. Die physikalische Wirkung äußert sich in einer auffallenden Lockerung bindiger Böden und in der als Folge vermehrter chemischer Umsetzungen erscheinenden Erwärmung kalter Böden. Ein leichter Boden erhöht durch Kalkdüngung seine Bindigkeit und Absorptionskraft.

2. **Ätzkalk** entsteht durch Brennen und Ablöschen des kohlensauren Calciums (Kalksteins). Bei dem Brennen wird aus dem kohlensauren Calcium die Kohlensäure ausgetrieben und es bleibt Calciumoxyd

(gebrannter Kalk) zurück, das durch Berührung mit Wasser beim Ablöschen zu Calciumhydroxyd oder Ätzkalk wird.

$$CaCO_3 = CaO + CO_2.$$
$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2.$$

3. Das **kohlensaure Calcium** kann auch ohne Brennen und Ablöschen Anwendung finden. Die Formen, in denen wir das kohlensaure Calcium vorfinden, sind der — noch einer Zerkleinerung bedürfende — Kalkstein, der Wiesenkalk und der Scheideschlamm aus Zuckerfabriken. Auch der Mergel (als ein Boden, der viel kohlensaures Calcium enthält) wird häufig verwendet und muß nur in um so größeren Mengen gebraucht werden, je geringer sein Kalkgehalt ist. Der Mergel ist eine der landwirtschaftlich wichtigsten Formen des kohlensauren Calciums, weil er häufig auf dem Acker selbst vorkommt, also nicht bezahlt und verfrachtet, sondern nur ausgefahren und nach seinem Zerfallen gestreut zu werden braucht. Man fährt ihn aus Mergelgruben heraus, die man entweder da anlegt, wo der „Abraum", d. h. die darüber befindliche kalkarme Bodenschicht, nicht zu hoch (bis 60 cm) ist, oder da, wo er an Geländeeinschnitten (z. B. Hohlwegen, Bachufern) offen liegt, an denen der Abraum leicht abgeworfen und der Mergel in tiefen Schichten gewonnen werden kann. Da ein jeder Mergel, mit Salzsäure begossen, guter Mergel schon beim Übergießen mit Essig, infolge des Ausscheidens von Kohlensäure aufbraust, so hat man darin ein Mittel, sich an den betreffenden Örtlichkeiten die Stellen aufzusuchen, an denen der Mergel am kalkreichsten ist.[1])

---

[1]) Eine einfache, annähernd genaue „Mergelprobe" kann man selbst anstellen, indem man sich dazu einer Wage (Familienwage), eines größeren Glases, einer größeren Flasche mit Salzsäure und eines Glasstabes, im Notfalle auch eines Holzstäbchens bedient. Man stellt die Salzsäureflasche und das Glas, in welches man etwas Wasser giebt, auf die Wagschale, stellt den Glasstab hinein und wiegt (Wägung 1). Darauf schüttet man in das Glas mit Wasser etwas Mergel ein und wiegt nun wieder (Wägung 2). Endlich gießt man unter Umrühren mit dem Stabe aus der Salzsäureflasche so lange Salzsäure auf den Mergel, bis gar kein Aufbrausen mehr erfolgt, setzt die Salzsäureflasche wieder auf die Wage und wiegt wiederum (Wägung 3).

Wägung 1: Glas + Wasser + Stab + Flasche + Salzsäure = ? g,
Wägung 2: Glas + Wasser + Stab + Flasche + Salzsäure + Mergel = ? g,
Wägung 3: Glas + Wasser + Stab + Flasche + Salzsäure + Mergel + — Kohlensäure = ? g.

Zieht man Wägung 1 von 2 ab, so erhält man die Menge des eingebrachten Mergels, und zieht man die Wägung 3 von 2 ab, die Menge der durch die Salzsäure ausgetriebenen Kohlensäure. Die Kohlensäuremenge, mit

4. Die **Anwendung** des Ätzkalkes, den man als gebrannten Kalk kauft, erfolgt so, daß man auf dem Felde kleine Haufen (von etwa 20 kg) bildet und mit Erde bedeckt, worauf mit Hilfe der Bodenfeuchtigkeit das Ablöschen sich vollzieht und der Stückkalk in feines Pulver zerfällt. Die Erddecke soll die Bildung von Kalkmilch bei Regenwetter verhindern. Hierauf streut man den Kalk bei trocknem Wetter aus und bringt ihn mit dem Pfluge unter. (Die erforderliche Menge beträgt auf leichtem Boden 25 Ctr., auf schwerem bis 60 Ctr. für ein Hektar.) Bei einer anderen Anwendungsweise wird der Kalk in 50 Ctr. große Haufen gefahren, jeder derselben mit 100 Eimer Wasser begossen und ziemlich stark mit Erde bedeckt. Schon nach wenigen Stunden kann man den Kalk mit der Maschine ausstreuen. In Ermangelung einer Maschine wird der vorher gesiebte Kalk auf Wagen geladen und von diesem aus mit Schaufeln auf dem Felde verteilt. Durch den Ätzkalk werden Lungen, Augen und Hände der Arbeiter stark angegriffen. [Als gebrannter Kalk wird den Landwirten auch Kalkstaub (ein Abfallprodukt) angepriesen, dessen Anwendung aber nicht empfohlen werden kann, weil häufig ein Teil — als kieselsäurehaltig — verglaste Stücke bildet, die sich nicht löschen lassen.] Man muß das Ablöschen kurz vor der Anwendung auf dem Felde selbst besorgen, da bei längerem Liegen sonst ein großer Teil an der Luft sich in kohlensaures Calcium zurückverwandelt.

Der kohlensaure Kalk entspricht im allgemeinen bezüglich seiner Wirkung der des Ätzkalkes; sie ist aber eine weit schwächere, so daß die doppelte Menge und mehr angewendet werden muß.

5. Bei der Anwendung von Ätzkalk wie von kohlensaurem Calcium ist besondere **Vorsicht** nötig, da der Kalk weniger als Nährstoff, als vielmehr „bodenanregend" wirkt. Ihre Benutzung ist da richtig, wo man es mit schwerem, trägem, aber nährstoffreichem Boden zu thun hat, oder wo nach dem Sprichwort „gleich hinter der Mergelkarre der Düngerwagen folgt", d. h. wo man durch entsprechende Düngungen reichlichen Ersatz an Nährstoffen bieten kann. Im anderen Falle steigern sich allerdings die Ernten der ersten Jahre, später erscheint der Boden aber entkräftet oder „ausgemergelt", und es behält das andere Sprichwort Recht: „der Kalk macht reiche Väter, aber arme Kinder".

§ 94. Die Moorerde.

Zu den indirekten Düngemitteln kann auch die **Moorerde** gerechnet werden, besonders wenn sie Kalk enthält. Der Humus

$\frac{100}{40}$ multipliziert, ergiebt die im Mergel vorhanden gewesene Menge kohlensauren Kalciums, und diese, mit 100 multipliziert und durch die Mergelmenge dividiert, den Prozentsatz des Mergels an kohlensaurem Calcium.

der Moorerde vermehrt die Bindigkeit des leichten, vermindert dagegen die des schweren Bodens und befördert die Lösung der Nährstoffe durch Entwickelung von Kohlensäure, während zugleich die Absorptionskraft des Bodens vermehrt wird. Der an Kohlensäure gebundene Kalk in der Moorerde wirkt ebenso wie der im Mergel (§ 93).

Bei der **Ausführung** des Moderns wird die Moorerde im Herbst zuerst aus dem Moor ausgehoben und in flacher Schicht aufgesetzt, oder nach dem Ausfahren auf dem Felde in kleinen Haufen liegen gelassen, um die vorhandenen Säuren mittelst Durchlüftung zu zersetzen und das sonst leicht erhärtende Moor durch den Frost zu lockern. Im ersteren Falle wird dann die Moorerde je nach Umständen mit Karren, Wagen oder Feldbahn auf das Feld gebracht. Bei hügeligem Gelände werden zunächst die Erhöhungen gemodert.

§ 95. Der Gips.

Der **Gips** (schwefelsaures Calcium mit Wasser) wird bergmännisch gewonnen und dann gemahlen,[1]) oder als Nebenprodukt in chemischen Fabriken hergestellt. Er ist in Wasser etwas löslich.

Seine bodenanregende Wirkung bezieht sich im wesentlichen darauf, daß die unlöslichen Kaliumverbindungen in lösliche verwandelt werden; sie zeigt sich darum besonders stark bei Schmetterlingsblütlern. Ihrer Natur nach äußert sich eine starke Wirkung aber nur auf nährstoffreichen, nicht auf armen Böden.

Die Anwendung des Gipses erfolgt im Frühjahr, wenn die Pflanzen im Wachsen sind („er soll auf das Blatt fallen"), als Kopfdünger bei feuchter Witterung oder nach einem Regen (in Mengen von 4 bis 6 Centnern für 1 ha). Die Verwendung von Gips als Dünger geht erheblich zurück, seitdem wir gelernt haben, den Pflanzen durch Vermehrung des Kalivorrats im Boden mit Hülfe der Staßfurter Abraumsalze auf anderem Wege größere Mengen von Kalium zur Verfügung zu stellen.

§ 96. Steinsalz und Eisenvitriol.

Das Steinsalz und das Eisenvitriol sind seltener angewendete indirekte Düngemittel.

1. Das **Steinsalz** (Chlornatrium) wird in Staßfurt u. a. a. O. bergmännisch gewonnen und daraus durch Mahlen und Zusatz gewisser Stoffe „Viehsalz" hergestellt, welches man seines im Gegensatz zum Kochsalz, billigen Preises wegen zur Düngung verwendet. Die bodenanregende Wirkung erstreckt sich, wie bei dem Gips, auf die stärkere Umsetzung des Kaliums. Der Chlorgehalt des Steinsalzes erfordert bei seiner Ver-

[1]) Ein Brennen des Düngegipses findet nicht statt.

wendung ebensolche Vorsicht, wie bei den Düngesalzen (§ 88, S. 118), macht es hingegen auch zur Vertilgung des Mooses auf Wiesen geschickt.

Die Anwendung des Viehsalzes ist der des Kainits gleich; (man verwendet für 1 ha 4—6 Ctr).

2. Das **Eisenvitriol** (schwefelsaures Eisen mit Wasser) dient auf Wiesen zur Vertilgung des Mooses und dadurch zur Förderung der guten Gräser.

Bezüglich der Anwendung des gemahlenen Eisenvitriols (in Mengen von 5 Centnern für 1 ha) empfiehlt es sich zur Erzielung einer nachhaltigen Wirkung, dasselbe in mehrere Gaben zu teilen und diese mit längeren Zwischenräumen auszustreuen.

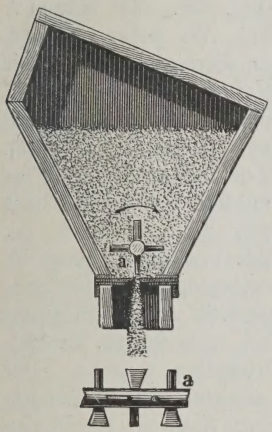


Fig. 67. Schlitzdüngerstreumaschine.

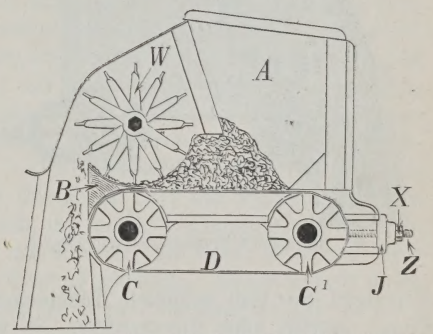


Fig. 68. Naumann's Wurfwalzen-Düngerstreuer.

§ 97. Die Düngerstreuer.

Die **Düngerstreuer** dienen zum Ausstreuen von künstlichen und indirekten Düngemitteln. Sie verteilen den Dünger gleichmäßiger, als es mit der Hand geschehen kann, und schützen den Arbeiter wie seine Kleidung vor Berührung mit schädlichen Beimengungen.

Dem **Bau** nach unterscheiden wir als Hauptteile der Düngerstreumaschine das zweirädrige Fahrgestell mit der Gabeldeichsel, den Düngerkasten und die Ausstreuvorrichtung. Die bei den einzelnen Maschinen sehr verschiedene Ausstreuvorrichtung besteht bei den sogenannten **„Schlitzmaschinen"** aus einem Schlitz im Boden des Düngerkastens, dessen Weite zur Erzielung verschiedener Streumengen verstellt wird (Fig. 67). Ein Rührwerk im Düngerkasten soll das gleichmäßige Nachsinken bei feuchtem Dünger gewährleisten; oft ist unter dem Schlitz noch eine Schubwalze angebracht, welche das gleichmäßige

Austreten des Düngers aus dem Schlitz erleichtern soll. Alle Schlitzmaschinen haben aber den Fehler, daß feuchter Dünger ohne wiederholtes Stochern im Düngerkasten nicht gut nachsinkt, daß die Mengen auf 1 ha sich nicht genau einstellen lassen, und daß die Maschinen in der Breite verschieden stark streuen. Nur zum Streuen von sehr steinigem Kalk sind sie brauchbar, nachdem ein Rost zum Abhalten der Steine eingelegt ist. Für die anderen Düngemittel werden die Fehler der Schlitzmaschine durch **Naumann's Wurfwalzen-Düngerstreuer** vermieden. Durch das über zwei Walzen C und C_1 bewegte Holzlattentuch ohne Ende D wird der Saatkasten A unten abgeschlossen, dem die Wurfwalze W vorgelagert ist (Fig. 68). Die Räume A und W stehen dadurch in Verbindung, daß die Kastenwand zwischen denselben nur etwa handbreit vom Lattentuch hinabreicht. Das in dem Kasten A befindliche Düngemittel wird von dem Lattentuch der sich drehenden Walze W entgegengeführt, und zwar geschieht es nach Maßgabe der aufgesteckten Wechseltriebräder, welche die Streutafel für eine bestimmte Düngermenge angiebt. Dieser Düngerstreuer arbeitet ohne Unterbrechung, ist in seiner Füllweise ebenso einfach wie eine Schlitzmaschine, säet aber genau und richtig, und zwar jedes, auch feuchte Düngemittel.

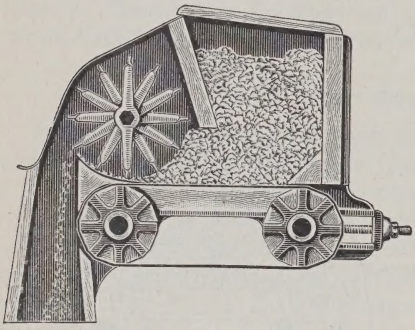


Fig. 69. Naumann's Wurfwalzen-Düngerstreuer.

V. Die Saat, Pflege und Ernte.

A. Die Saat.

§ 98. Die Beschaffenheit guten Saatgutes.

1. Unter **Saatgut** versteht der Landwirt den zur Saat bestimmten Samen und zwar nicht nur den im gegenwärtigen Jahre gebrauchten, sondern auch den jährlich von diesem wieder geernteten und zur Saat verwendeten; solange er davon Aussaaten macht, spricht er von einem und demselben Saatgute.

2. Die **Bedeutung** der Beschaffenheit des Saatgutes liegt darin begründet, daß die Jugendentwickelung der Pflanze von großer Wichtigkeit für ihre spätere Entwickelung ist. Bei vielen Pflanzen, so bei den Gräsern, zeigen sich Stengel, Blätter und Blüten scheinbar erst später, sind jedoch in Wirklichkeit in der Anlage schon im Samenkorn vorhanden oder entwickeln sich in der Anlage bald nach der Keimung. Ferner beruht die Bedeutung guten Saatgutes in der Vererbungskraft der Pflanzen, die ebenso stark hervortritt, wie bei den Tieren. Je besseres und von je besseren Pflanzen herstammendes Saatgut wir uns beschaffen, um so mehr werden sich unsere Ernten nach Güte und Menge steigern.

3. Die **Eigenschaften** guten Saatgutes sind: a) Reinheit, b) Echtheit, c) Abstammung von guten Pflanzen und d) die gute Keimfähigkeit. a) Die Reinheit des Saatgutes bedeutet die Abwesenheit von Verunreinigungen, besonders von Unkräutern, und ist Bedingung dafür, daß wir im Kampfe mit denselben Erfolg haben. b) Die Echtheit, d. h. die Zugehörigkeit sämtlicher Körner zu einer Art und einer Sorte, ist darum wichtig, weil es sonst nicht möglich ist, die für jede Gegend geeignete Sorte herauszufinden, und da wir andererseits, wenn wir eine solche schon kennen, den Ertrag unserer Felder durch die Mischung der geeigneten Sorte mit weniger geeigneten nur schmälern. c) Die Abstammung von guten, kräftig entwickelten Pflanzen ist der Vererbungskraft wegen wichtig. d) Die Keimkraft oder Keimfähigkeit wird durch die Anzahl v. H. ausgedrückt, mit welcher ein Saatgut zur Keimung gelangt. Sie ist von der Art des Samens, der Reife, der Ernte, Aufbewahrung und dem Alter des Samens abhängig. Beachtenswert ist bei diesem Punkte die Unterscheidung der Dauer der Keimfähigkeit von der Keimungsdauer. Die Dauer der Keimfähigkeit ist die Anzahl Jahre, während welcher ein Same seine Keimfähigkeit behält, die Keimungsdauer dagegen ist die zur Keimung erforderliche Anzahl Tage.

4. Die **Kennzeichen** guten Saatgutes sind: a) Schwere, b) Größe, c) Fülle, d) gute Farbe, e) guter Geruch und unter Umständen f) Glanz. An der Schwere und Größe des Korns erkennt man die gute Abstammung, an der Fülle die Reife, an der Farbe, dem Geruche und dem Glanze die gute Ernte und gute Aufbewahrung.

§ 99. Prüfung des Saatgutes. Keimprobe. Gebrauchswert.

1. Bei der **Prüfung** wollen wir die Eigenschaften des Saatgutes an ihren Kennzeichen prüfen oder durch Versuche feststellen.

a) Als besondere **Mittel** zur Prüfung dienen uns eine Samen- und Unkrautsamensammlung, eine Decimalwage oder eine Getreidequalitätswage, die Lupe, das Mikroskop, die Keimvorrichtung, bei Kleesaaten ferner die Kleeseideprüfdose (Fig. 70).

Zur Feststellung der Echtheit dient uns die Samensammlung, zu der der vorhandenen Unkräuter die Unkrautsamensammlung; bei Kleesaaten benutzen wir zum Nachweis der Kleeseide auch die Kleeseideprüfdose, zum genauen Nachweis einen Schnitt durch das Samenkorn unter dem Mikroskop (spiralig gewundener Keimling). Die für die Beurteilung der Abstammung zu berücksichtigende Schwere können wir mit Hülfe einer Decimalwage feststellen, auf welcher man das Gewicht eines Hektoliters Saatgutes bestimmt, oder auch mit Hülfe der sogenannten Getreidequalitätswage, welche das Gewicht von 1 l Saatgut bestimmen läßt. Größe, Fülle und zur Feststellung der Keimfähigkeit Farbe und Glanz prüfen wir mit dem Auge, indem wir dasselbe nötigenfalls mit der Lupe unterstützen, den Geruch mit unserer Nase.

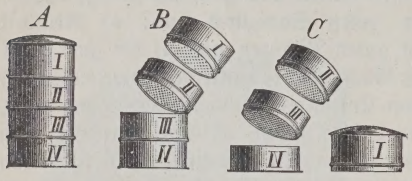


Fig. 70. Kleeseideprüfdose.

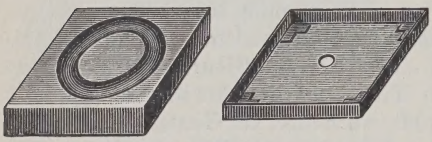


Fig. 71. Nobbe'sche Keimvorrichtung.

b) Da die Kennzeichen uns manchmal im Stich lassen, da dieselben auch zum Zweck der Täuschung[1]) künstlich verändert sein können (z. B. die Farbe des Weißklees durch Schwefeln, der Glanz des Rotklees durch Einfetten), da endlich uns keine Kennzeichen für das Alter des Saatgutes zu Gebote stehen, so bedient man sich zur Feststellung der Keimfähigkeit am besten einer besonderen Prüfung, nämlich der **Keimprobe.**

Als einfachste Keimvorrichtung läßt sich eine Schale mit zwei Blatt Löschpapier oder eine Schale mit Sand verwenden. Als Beispiel einer besseren Keimvorrichtung diene die Nobbe'sche. Dieselbe besteht aus einer Schale aus porösem gebranntem Thon, welche mit einer tiefen Rinne zur Aufnahme von Wasser und mit dem Keimbett, d. h. einer flachen, schalenförmigen Vertiefung zur Aufnahme von Körnern versehen ist. Aus der Rinne dringt das Wasser durch den Thon bis zum Keimbett hindurch und wird von den Körnern aufgenommen. Die Schale ist mit einem Deckel versehen, der nicht dicht schließt und so den Zutritt der Luft gestattet.

Bei der Ausführung der Keimprobe legen wir auf den Boden der zuerst beschriebenen Keimvorrichtung ein Blatt Löschpapier,

[1]) Auch ein Betrug, wie er bei Kleesaat mit Hülfe gefärbter Steinchen versucht ist, wird bei der Keimprobe sofort entdeckt.

zählen 100 Körner ein, bedecken sie mit dem anderen Blatte und feuchten täglich an. Bei der mit Sand gefüllten Schale zählt man 100 Körner ein und feuchtet ebenfalls täglich an. Bei der Nobbe'schen Keimvorrichtung zählt man 100 Körner in das Keimbett ein und gießt täglich etwas Wasser in die Wasserrinne. Alle drei Vorrichtungen müssen dann in einem warmen Zimmer aufgestellt werden. Täglich nimmt man die keimenden Körner heraus und notiert ihre Zahl, worauf man, wenn die Samen nicht weiter keimen wollen, durch Addition der an den verschiedenen Tagen keimenden Samen die die Keimkraft ausdrückende Zahl v. H. erhält.

2. Will man bei dem Ankaufe von Saatgut nicht nur die Keimkraft, sondern auch die Verunreinigung berücksichtigen, so läßt man sich für den **Gebrauchswert** Gewähr (Garantie) leisten, den man in doppelter Weise berechnen kann. Entweder zieht man die Prozente an Verunreinigungen von 100 ab und multipliziert die erhaltene Zahl nach Division durch 100 mit dem Prozentsatz der Keimfähigkeit, oder man subtrahiert die Prozente der Verunreinigung einfach von dem Prozentsatz keimfähiger Samen. Bei Saatgut mit hoher Keimkraft stimmen die so erhaltenen Zahlen für den Gebrauchswert fast ganz überein, im anderen Falle aber (z. B. bei manchen Gräsern mit durchweg niedriger Keimkraft) fällt das Resultat zu Ungunsten des Käufers unrichtig aus.

Z. B. hat Rotklee mit 87 % Keimfähigkeit und 1 % Verunreinigung 86 % Gebrauchswert.

A. $100 - 1 = 99$ B. $87 - 1 = 86\,\%$.

$$\frac{99}{100} \cdot 87 = 86{,}13\,\%.$$

§ 100. Der Saatwechsel.

1. Als erste der **Ursachen** für den Saatwechsel ist die Entartung zu nennen. Nach Einführung eines guten Saatgutes pflegt der anfänglich hohe Ertrag [1]) im Laufe der Jahre zu sinken, eine Erscheinung, die wir als Entartung bezeichnen. Die Gründe für die Entartung können 1. in Dingen liegen, auf welche der Landwirt keinen Einfluß hat, wie im Klima und in vorübergehend schlechter Witterung (Hagel,

[1]) Der Ertrag ist das Verhältnis: $\frac{\text{Erntemenge}}{\text{Aussaatmenge}}$ oder besser $\frac{\text{Erntemenge}}{\text{Fläche}}$; man pflegt ihn nach der ersten Weise berechnet als das zehnte, neunte Korn u. s. w., nach der zweiten Weise berechnet als den dreißigsten, vierzigsten Centner u. s. w. für das ha zu bezeichnen. Letztere Bezeichnungs- und Berechnungsweise ist die richtigere, da die Aussaatmenge für jede Getreideart in verschiedenen Jahren wechselt, die Fläche aber stets gleich bleibt.

lange Dürre, schlechtes Erntewetter), oder die Gründe können 2. in der unzureichenden Behandlung des Saatgutes durch den Landwirt selbst gesucht werden. In beiden Fällen ist ein Saatwechsel nötig; er muß im ersteren durch Bezug der Saat von außen erfolgen, im letzteren kann auch Samenzucht auf dem eigenen Gute durchgeführt werden.

Außer der Entartung kann auch ein Sortenwechsel Anlaß zu einem Saatwechsel geben. Haben wir erkannt und durch Versuche bestätigt gefunden, daß wir nicht die für Klima, Boden und sonstige Verhältnisse richtige Sorte haben, sondern daß es eine bessere giebt, so ist zu deren Einführung gleichfalls ein Saatwechsel geboten.[1])

2. Für den **Bezug des Saatgutes von außerhalb** gelten folgende Vorschriften: a) Das neue Saatgut soll gut, aber nicht verwöhnt sein; wir sollen es möglichst aus ungünstigen Verhältnissen in günstigere bringen. (Erfahrungsgemäß haben sich manche Gegenden als besonders geeignet zum Saatgutbezuge für gewisse Pflanzen erwiesen, wie die Probstei bei Kiel und die Campine in Belgien für Roggen, Schlesien für Rotklee u. s. w.)

b) Der Bezug vom Landwirt selbst oder von ländlichen Verkaufsgenossenschaften ist dem von Händlern vorzuziehen, da er Gewähr für den Ursprung bietet.

c) In allen Fällen, in denen der Verkäufer nicht persönlich als zuverlässig bekannt ist, muß man Gewähr für Keimkraft und Echtheit beanspruchen, besonders auch dafür, daß man nach Wunsch Sommer-, Winterfrucht ꝛc. erhält.

d) In jedem Falle ist eine Prüfung des Saatgutes angebracht, die man möglichst einer landw. Versuchsstation übertragen soll.

e) Um verschiedene Angebote richtig miteinander vergleichen zu können, ist nicht der Centnerpreis der Gesamtware, sondern der für jedes Angebot berechnete Preis eines Kilogrammes keimfähiger Ware in Vergleich zu ziehen.

f) Der Saatwechsel durch Saatbezug von außerhalb wird erleichtert, wenn man nur wenig anschafft, diese kleine Menge aber durch eigenen Anbau vermehrt, bis man genügende Mengen erhält.

3. Für die **eigene Heranziehung von Saatgut** gelten folgende Vorschriften:

a) An erster Stelle ist eine passende Sorte auszuwählen.

b) Die Auswahl der Körner innerhalb einer Sorte richtet sich auf gute, in Größe, Form und Zeichnung gleichartige, dem Sortencharakter entsprechende Körner. Hat man die gewünschte Sorte bereits angebaut, so soll man schon vor der Ernte die besten Pflanzen aus-

[1]) Wenn wir bei dem Saatwechsel nicht besseres Saatgut oder eine bessere Sorte erhalten, so ist der Saatwechsel an sich ohne Wirkung.

suchen und unter den von diesen geernteten Körnern die Auswahl im einzelnen vornehmen.

c) Die Vorbereitung des zur Samenzucht bestimmten Feldes wird derartig betrieben, daß Düngung und Bearbeitung gut, aber nicht überreichlich ausfallen, um einer Verwöhnung vorzubeugen. Unkraut ist sorgfältigst zu vertilgen. Der Platz ist so zu wählen, daß er, um Kreuzungen zu vermeiden, möglichst weit von anderen, mit derselben Frucht bestandenen Feldern entfernt ist.

d) Die Saat wird als Tüpfel- oder Reihensaat ausgeführt. Die Pflege erstreckt sich auf mehrmaliges Behacken oder auch Anhäufeln.

e) Bei der Ernte werden die guten Pflanzen ausgesucht und mit Sorgfalt geerntet. (Bei Halmfrüchten empfiehlt es sich, bei den Ähren das obere und untere Ende abzuschneiden, da die besten Körner in der Mitte sitzen.)

f) In jedem folgenden Jahre ist nach denselben Grundsätzen zu verfahren, bis man die gewünschte Menge Saatgut beisammen hat.

§ 101. Erhaltung der guten Eigenschaften des Saatgutes.

Zur **Erhaltung der guten Eigenschaften des Saatgutes** dienen außer sorgfältiger Reinigung der Körner: 1. weiterer besonderer Anbau des Saatgutes, oder 2. die Auswahl auf dem Felde, oder 3. die Auswahl beim Dreschen und Reinigen.

1. Bei dem besonderen Weiterbau des Saatgutes wird alljährlich der Teil des Feldes vorher bestimmt, auf dem man die Saat für das nächste Jahr baut. Auf diesem Ackerstücke ist der Boden besonders sorgfältig zu düngen und zu bestellen; die Saat wird nur dünn ausgestreut, um eine bessere Belichtung und damit eine bessere Ausbildung der Körner zu erzielen. Ferner ist für sorgfältige Pflege durch Hacken und Häufeln, sowie für gute Ernte besonders Sorge zu tragen.

2. Macht ein besonderer Weiterbau des Saatgutes zu viel Mühe, so ist wenigstens die Auswahl des Saatgutes auf dem Felde vorzunehmen, indem man vor der Ernte für jede Fruchtgattung das beste Stück aussucht und zur Gewinnung von Saatgut bestimmt.

Man hat hierbei den Vorteil, daß man Ernte und Reinigung noch vor sich hat und bei dem ausgewählten Ackerstücke besondere Sorgfalt darauf verwenden kann.

3. Ist auch die Auswahl auf dem Felde versäumt, so muß wenigstens eine Auswahl der besten Frucht zur Saat bei dem Dreschen und Reinigen vorgenommen werden.

§ 102. Die Vorbereitung des Saatgutes.

1. Das **Einquellen** des Saatgutes durch Einlegen der Samen in Wasser dient zur Beförderung des ersten Keimvorganges. Jeder Zusatz eines Pflanzennährstoffes zu dem Wasser ist unnütz, da das Korn denselben nicht aufnehmen würde. Das Einquellen ist nur bei der Nachbestellung von Fehlstellen zu empfehlen und nur bei mäßig feuchtem Boden anwendbar, da in trockenem Boden die mitgegebene Feuchtigkeit nicht genügt, um die Keimung zu Ende zu führen, und das Korn dann vertrocknet, während Nässe das eingequellte Korn im Boden faulen läßt. Bei Hafer und Gerste ist das Einquellen sogar schädlich.

2. Das **Samendüngen** erfolgt durch Eintauchen der Samen in Jauche oder in verflüssigten Dünger. Da nach der Keimung die Wurzeln nicht um das Korn herumwachsen, sondern nach unten zu vordringen, so ist die Samendüngung unwesentlich; sie kann aber sogar nachteilig wirken, wenn reine Jauche oder solche verflüssigten Dünger verwendet werden, welche schädliche Stoffe enthalten, wie z. B. die Superphosphate etwas freie Säure. Die Samendüngung ist daher zu verwerfen.

§ 103. Dichte des Pflanzenstandes. — Stärke der Aussaat.

1. Je nach dem Zwecke des Anbaues ist eine gewisse **Dichte des Pflanzenstandes** oder ein gewisser durch sie bedingter „Wachsraum" erwünscht. Zu dichter Pflanzenstand führt im Winter unter Schnee das Ausfaulen und im Sommer das Lagern des Getreides herbei, welches die gute Ausbildung der Körner verhindert und die Ernte erschwert. Zu dünner Pflanzenstand nutzt den Raum nicht genug aus und läßt den Boden infolge zu geringer Beschattung verkrusten und verunkrauten. Innerhalb der Grenzen eines zu dichten oder zu dünnen Pflanzenstandes wirkt erfahrungsgemäß ein etwas dichter Stand auf Krautentwickelung, ein etwas dünner Stand auf Körnerentwickelung hin.

Die Dichte des Pflanzenstandes ist von der Dichte der Aussaat, von der Saatzeit und Saatweise, von der Güte des Saatgutes, von der Witterung und vom Boden abhängig. Während man die anderen Einflüsse überhaupt nicht oder nur unter Opfern ändern kann, ist die Dichte der Aussaat dasjenige Mittel zur Herbeiführung der gewünschten Dichte des Pflanzenstandes, welches sich jederzeit leicht verändern läßt. Wir streben daher die gewünschte Dichte des Pflanzenstandes durch eine gewisse Dichte der Aussaat an und verändern diese je nach dem günstigen oder ungünstigen Verhalten der anderen Einflüsse.

2. Die **Dichte oder Stärke der Aussaat** bestimmt sich aus der Anzahl der Körner für 1 ha. Da man indessen die Körner nicht abzählen kann, so hilft man sich damit, daß man ihre Menge durch Abwiegen feststellt. Die Erfahrung lehrt uns dabei gewisse Gewichtsmengen für 1 ha als durchschnittlich zweckmäßige kennen, sie sagt uns auch, um wieviel dieselben unter Umständen zu erhöhen oder zu erniedrigen sind.

§ 104. Die Säemaschinen.

1. Die **Breitsäemaschine** besitzt als Hauptteile a) den Wagen, b) den Saatkasten und c) die Ausstreuvorrichtung.

a) Der Wagen besteht bei größeren Maschinen aus einer Achse mit zwei Fahrrädern und der Gabeldeichsel, bei kleineren aus einer Handkarre.

Fig. 72. Breitsäemaschine.

b) Der Saatkasten stellt einen länglichen Kasten dar, welcher zur Aufnahme des Saatgutes dient. Er ist durch Querwände in Abteilungen zerlegt, so daß eine seitliche Verschiebung des Saatgutes bei geneigtem Gelände vermieden wird.

Fig. 73. Stellscheibe und Bürstenwelle.

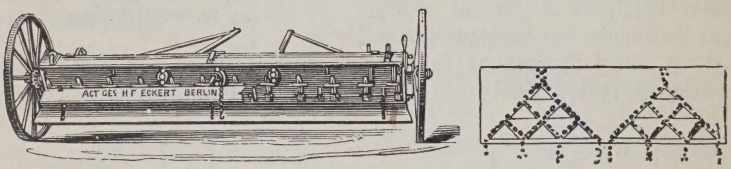
c) Die Ausstreuvorrichtung besteht aus den Ausflußöffnungen mit den Stellscheiben, aus der Bürstenwelle, aus dem Verteilbrette und dem Windfange. Die Ausflußöffnungen gestatten dem Samen das Heraustreten aus dem Saatkasten. Sie sind in der Regel durch drehbare Stellscheiben verschließbar, die an verschiedenen Stellen Löcher von verschiedener Weite besitzen, so daß die ausfließende Saatmenge durch die jeweilige Einstellung der Scheiben reguliert werden kann. Die Bürstenwelle befindet sich innerhalb des Saatkastens und ist so angeordnet, daß sich hinter jeder Ausflußöffnung ein Bürstenbüschel bewegt. Die Bürsten erhalten das Saatgut in fortwährender Bewegung und veranlassen sein gleichmäßiges Ausfließen. Die Bürstenwelle wird von den Fahrrädern oder dem Karrenrade aus durch Zahnradübertragung getrieben. Das bei manchen Breitesäemaschinen auch fehlende

Verteilbrett ist ein schräges Brett, welches mit kleinen Holzdreiecken besetzt ist. Aus jeder Ausflußöffnung fällt die Saat auf eine Dreieckspitze und wird in zwei Hälften geteilt, jede dieser Hälften fällt wieder auf eine Dreieckspitze u. s. f., so daß das Getreide möglichst gleichmäßig auf die ganze Breite verteilt zur Erde fällt. Der Windfang ist ein geteerter Leinwandvorhang, der unter dem Saatkasten aufgehängt werden kann, um das Fortblasen der Saat durch den Wind zu verhindern.

Bei der Arbeit der Breitsäemaschine ist auf recht gleichmäßiges Fortbewegen derselben zu halten, da bei beschleunigter Geschwindigkeit auf ein ha weniger, bei verringerter auf ein ha mehr gesät wird.

2. Die Hauptteile der **Drillmaschine** sind a) der Wagen, b) der Saatkasten und c) die Ausstreuvorrichtung.

a) Der Wagen besteht aus dem Vorder- und Hinterwagen und aus der Lenkvorrichtung, die ein genaues Steuern der Maschine erlaubt und das Lenken von dem schwerer lenkbaren Gang der Zug-



a b

Fig. 74. Breitsäemaschine a mit Verteilbrett b.

tiere unabhängig macht. Um bei dem Umkehren die neue erste Drillreihe an die letzte schon gesäte anzuschließen, muß man so lenken, daß dasjenige Vorderrad, um welches gelenkt wurde, wieder in derselben Spur zurückgeht.

b) Der Saatkasten besteht aus dem oberen und dem unteren Saatkasten und ist zur Vermeidung einer seitlichen Verschiebung des Saatgutes auf geneigtem Gelände durch senkrechte Querwände in mehrere Abteilungen geschieden. Der obere Saatkasten dient zur Aufnahme des Saatgutes und läßt es durch mehrere, mit Hilfe von Schiebern verschließbare Öffnungen dem unteren Saatkasten zufließen. Der untere Saatkasten dient zur Aufnahme eines Teiles der Ausstreuvorrichtung. Beim Bergauffahren hebt sich nun der obere Saatkasten gegenüber dem unteren, beim Bergabfahren senkt er sich; dadurch wird ein wechselnder Zufluß des Getreides aus dem oberen nach dem unteren Saatkasten und ein ungleichmäßiges Säen verursacht. Um diesem Übelstande abzuhelfen und die Stellung des Saatkastens je nach dem Gelände

regeln zu können, bedient man sich der über dem Saatkasten angebrachten Kurbel.

c) Die Ausstreuvorrichtung besteht aus der Säewelle, den Saatleitungsröhren und den Drillscharen mit den Hebeln. Die vom Fahrrade aus durch Zahnradübertragung getriebene, im unteren Saatkasten befindliche Säewelle trägt eine Anzahl von Schöpfrädern, die an ihrem Umfange Zellen oder seitwärts angebrachte Löffel tragen, mit deren Hilfe sie die Samenkörner heben und in Trichter werfen. Die Trichter finden ihre Fortsetzung in den Saatleitungsröhren, welche etwas beweglich und in sich zusammenschiebbar gebaut sein müssen, um zum Transport angehoben und zusammengeschoben werden zu können. Die Saatleitungsröhren endigen unten zwischen den Flügeln der Drillschare, welche den Boden in Furchen öffnen und in diese die Saat hineingleiten lassen. Die Hebel verbinden die Drillschare mit einer am Hinterwagen befestigten Querstange und zwingen sie dadurch zum Eindringen in den Boden; auch können sie zur Regelung der Saattiefe mit einem oder mehreren Gewichten beschwert werden. Endlich sind an ihnen Ketten befestigt, mit deren Hülfe man die Drillschare und Saatleitungsröhren durch Aufwickeln der Ketten auf einer Winde anheben und vor einem Transport vom Boden entfernen kann.

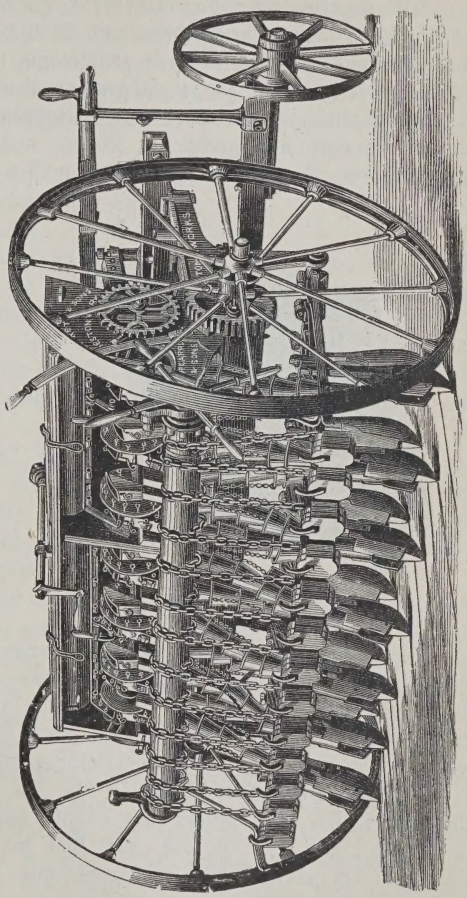


Fig. 75. Drillmaschine.

Die Saatmenge wird durch die verschiedene Geschwindigkeit der Säewelle reguliert, indem auf derselben Zahnräder von verschiedener Größe aufgesetzt werden, die in das auf dem Fahrrade sitzende Getriebe eingreifen.

Die Entfernung der Drillreihen kann beliebig vergrößert werden, wenn man mehrere Hebel mit Drillscharen und Saatleitungsröhren abnimmt und die übrigen gleichmäßig auf die ganze Breite der Maschine verteilt. Die zu den abgenommenen Saatleitungsröhren gehörenden Trichter werden oben durch Klappen geschlossen, so daß die von den Schöpfrädern gehobenen Körner nicht hindurchfallen können, sondern in den Saatkasten zurückrollen müssen.

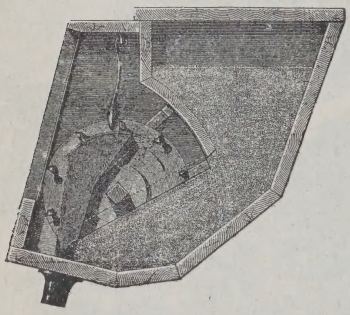


Fig. 76. Querschnitt des Saatkastens.

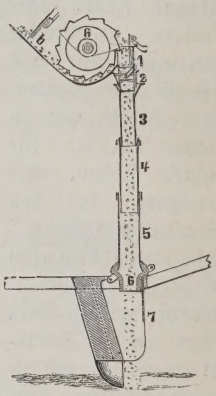


Fig. 77. Saatleitung.

Ein Ausrücken der Ausstreuvorrichtung kann vorübergehend durch einen Hebel erfolgen, welcher Saatkasten und Säewelle anhebt und das Zahnrad auf der Säewelle außer Eingriff in das Getriebe auf dem Fahrrade stellt. Man kann so bei dem Transport und bei dem Umkehren die Ausstreuvorrichtung ausrücken.

3. Die **Dibbelmaschine** ist wie eine Drillmaschine gebaut und unterscheidet sich von letzterer nur darin, daß die Saatleitungsröhren verschlossen sind und sich nur von Zeit zu Zeit öffnen; der Samen fällt dann bei jedem Öffnen tüpfelweise aus.

§ 105. Reihenzieher. — Ausführung der Saat.

1. Ein einfacher **Reihenzieher** hat die Form eines großen Rechens, bei dem am Querholz oben wie unten Zähne eingelassen sind, welche die Rillen im Boden ziehen. Die gegenseitigen Entfernungen der einen Zahnreihe ist anders, als die der anderen, so daß man ihn für zwei

Reihenentfernungen benutzen kann. Der Reihenzieher kann auch zum Betriebe mit einem Pferde eingerichtet sein und gestattet dann das Anbringen von Zähnen an einem zweiräderigen, mit Gabeldeichsel versehenen Fahrgestell.

2. Die **Ausführung** der Saat kann mit der Hand, wie mit der Maschine in je dreifacher Weise, nämlich a) als Breitsaat, b) als Reihensaat und c) als Stufensaat erfolgen. Die mit der Maschine ausgeführte Reihen- und Stufensaat bezeichnet man nach den zur Verwendung kommenden Maschinen auch als Drillsaat und Dibbelsaat.

Handsaat:	Maschinensaat:
Breitsaat mit der Hand,	Breitsaat mit der Breitsäemaschine,
Reihensaat mit der Hand,	Drillsaat,
Stufensaat mit der Hand.	Dibbelsaat.

Vor der Breitsaat gewährt die Reihensaat den Vorzug stärkerer Belichtung für die aufgehenden Pflanzen und der Verhütung des Lagerns; auch gestattet sie die spätere Bearbeitung der Zwischenräume durch Hacken und Häufeln. Die Stufensaat oder Tüpfelsaat erhöht den Vorteil stärkerer Belichtung, gestattet die spätere Bearbeitung in mehreren Richtungen und kommt bei großem Wachsraum zur Anwendung.

Die **Handsaat** in Reihen kann auf geebnetem Lande oder auf Kämmen erfolgen. Bei der Handsaat in Reihen auf geebnetem Lande bedarf man des Reihenziehers zur Angabe gleichmäßig verteilter Saatstellen. Bei der Handsaat in Reihen auf Kämmen ist die Reihenentfernung durch diese selbst gegeben.

Bei der Handsaat als Tüpfelsaat wird das Feld mit dem Reihenzieher sowohl kreuz wie quer zur Angabe der Saatstellen überzogen, indem die gegenseitige Entfernung der zuerst gezogenen Reihen oft anders gewählt wird, als die Entfernung der Saatstellen in der Reihe.

Die **Maschinensaat** hat vor der Handsaat den Vorteil größerer Unabhängigkeit von den Arbeitern und die Möglichkeit voraus, durch Beschaffung mehrerer Maschinen die Saatarbeit zu beschleunigen. Die Drill- und Dibbelsaat gewähren außerdem noch die Vorteile gleichmäßiger Regelung der Saattiefe und Saatmenge und der Ersparnis an Saatgut (10 bis 30 v. H.). Die Drill- und Dibbelmaschinen bringen auch zugleich die Saat unter, sie verlangen aber einen stein- und unkrautfreien Boden. Das sogen. „Klarmachen" des Ackers, d. h. das Ebnen und das Zerkleinern von Schollen, folgt hierbei nicht dem Ausstreuen der Saat, sondern geht ihm vorauf. Nach dem Drillen oder Dibbeln eggt man höchstens noch mit leichten Eggen, um eine oberflächliche Lockerung zu erzielen und das Aufsteigen des Wassers zur Erdoberfläche und damit dessen Verdunsten zu erschweren.

§ 106. Die Unterbringung.

1. a) Der **Zweck** der Unterbringung ist der, dem Korne neben der Luft auch gleichmäßige Feuchtigkeit und gleichmäßige Wärme zuzuführen und dasselbe beim Keimen vor Frost und vor Vogelfraß zu schützen.

b) Die erforderliche **Tiefe** der Unterbringung richtet sich nach der Art der Samen, nach dem Boden und der Witterung. Trockener und loser Boden verlangt eine größere Tiefe, als feuchter und bindiger Boden. Gleichmäßige Tiefe der Unterbringung ist der gleichmäßigen Entwickelung wegen erwünscht. Nur ganz feine Sämereien bringen wir gar nicht oder sehr flach unter.

2. Als **Geräte** zur Unterbringung dienen die Walze, die Egge, der Saatpflug, die Drillmaschine (und der Krümmer). Die Schlichtwalze (S. 90) wird zum Andrücken der überhaupt nicht einzubringenden kleinen Samen verwendet, die doppelte Ringelwalze (S. 91) zum ganz flachen Unterbringen. Bei der Unterbringung mit der Egge (S. 84) haben wir das „Vorschleppen" oder Eggen vor der Saat und das „Einlenken" oder Eineggen der ausgestreuten Saat zu unterscheiden. Durch das Eggen vor der Saat wird die Tiefe der Unterbringung bedingt. Eggen wir vorher gar nicht, sondern „säen auf die rauhe Furche", so kommt die Saat tief unter und um so flacher, je öfter wir vorher eggen. Das Eggen nach der Saat bezweckt das Einbringen der Samenkörner und das „Klarmachen" des Ackers. Diese Arbeit wird bei Sommersaaten so sorgfältig wie möglich ausgeführt; bei Wintersaaten lassen wir hingegen kleine Schollen liegen, um das Haften des Schnees zum Schutz der Saat zu begünstigen. Der Saatpflug (S. 77) bringt den Samen etwas tiefer unter. Seine Arbeit ist sehr gut, da er gleichmäßig unterbringt und nicht einen Teil der Körner oben liegen läßt. Die Drillmaschine bringt die ausgestreute Saat sogleich, und zwar sehr gleichmäßig und gut, zu gewünschter Tiefe unter. Der Krümmer (S. 88) ist in diesen Beziehungen das schlechteste Gerät und daher nicht zu empfehlen.

§ 107. Das Pflanzen.

1. Das Heranziehen von Pflanzen auf besonderen Saat- oder Warmbeeten und das dann folgende Auspflanzen hat den **Zweck,** Pflanzen, die gegen Kälte empfindlich sind, in der ersten Wachstumszeit gegen diese zu schützen, eine langsame Jugendentwickelung zu beschleunigen, bei großem Wachsraum an Saat zu sparen oder das Feld vor dem Pflanzen noch gut zubereiten zu können.

a) Die **Saatbeete** sind für Pflanzen (Rüben, Kohl) bestimmt, welche gegen Kälte weniger empfindlich sind. Die Ackerkrume derselben wird nötigenfalls durch Erdmischung verbessert und sorgfältig

gedüngt, bearbeitet und von Unkraut gereinigt. Der Samen wird in Reihen gesät und bei trockenem Wetter das Beet begossen. Zum Schutz gegen starke Nachtfröste dient Nadelholzstrauch oder unmittelbar auf den Boden oder auf niedrige, einfache Gestelle gelegtes Stroh. Läßt man die Schutzdecke bei starkem Sonnenschein auch in den ersten Tagen nach dem Keimen liegen, so schützt sie zugleich gegen den ärgsten Feind junger Pflanzen, den Erdfloh.

b) Die für frostempfindliche Pflanzen bestimmten **Warmbeete** beruhen in ihrer Einrichtung darauf, daß der sich stark zersetzende Dünger viel Wärme entwickelt, und darauf, daß die durch Glas fallenden Sonnenstrahlen in die Erde dringen und sie erwärmen, daß aber die von der Erde zurückgestrahlte Wärme nicht durch Glas entweichen kann. Die 1 m tiefe, gewöhnlich mit einem Holzkasten umgebene Grube wird mit Pferdedünger gefüllt und mit einer 15 cm hohen Decke aus fruchtbarer, feiner Erde versehen. Der Kasten wird durch (1,5 m lange, 1 m breite) Fenster geschlossen, welche, wie die Erdfläche, eine leichte Neigung gegen Süden erhalten. Der Samen wird in Reihen gesät, das Beet wird feucht gehalten und die Fenster nach dem Auflaufen der Pflanzen zur Verhütung von Schimmelpilzen fleißig gelüftet, jedoch so, daß kein Wind zutreten kann.

Fig. 78. Das Pflanzholz.

1. Das **Auspflanzen** geschieht zur Verhütung des Abwelkens womöglich bei bedecktem Himmel oder leichtem Regen. Die Pflanzen sind zur Schonung der Wurzelhaare vorsichtig auszuheben, zu lange Wurzeln zu stutzen und die Wurzeln vor Vertrocknen zu schützen. Das Pflanzen erfolgt mit dem Pflanzholz so, daß die Wurzeln nicht umgebogen werden. Größere Pflanzen lassen sich hinter dem Pfluge setzen, indem man sie in der offenen Furche an den Pflugstreifen legt, so daß die Wurzeln von dem nächsten Pflugstreifen mit Erde bedeckt werden. Tritt kein Regen ein, so ist ein reichliches Gießen der Pflanzen morgens und abends erforderlich.

B. Die Pflege.

§ 108. Hacke, Pferdehacke. — Krustebrechen und Häufeln.

1. Die **Hacke** besteht aus Stiel, Tülle und Blatt und wirkt durch den Stoß schneidend. Man giebt dem Blatt sehr verschiedene Formen, zum Lösen festen Bodens eine spitze, zum oberflächlichen Lockern des Ackers und zum Abschneiden des Unkrautes eine (25 cm) breite Form.

2. Die **Pferdehacke** wird zum Hacken und Häufeln der Reihensaaten benutzt und zerfällt in die Deichsel als Kraftmaschine, das auf zwei Rädern ruhende Fahrgestell als Übertragungsmaschine und in den Messerrahmen mit den Messern als Arbeitsmaschine. Die Messer sind an Stielen und zwar einseitig bei kleiner, zweiseitig bei weiter Reihenentfernung angebracht, während bei sehr großer Reihenentfernung zwei einseitige Messer Verwendung finden, da bei sehr langen Messern das vordere und hintere Ende nicht gleichmäßig arbeiten würden. Die Fläche der Messerklinge ist nach vorn geneigt, so daß die Erde an ihr etwas in die Höhe gleitet und dann hinter ihr kurz abfällt, um dadurch gelockert zu werden. Das Messer wird nicht rechtwinklig, sondern im Bogen an den Stiel angesetzt und häufig auch noch seine Spitze umgebogen (Fig. 80), um ein Verschütten junger Pflanzen zu verhüten, falls man denselben bei dem Hacken sehr nahe kommt. (Bei dieser Anordnung des Messers bedarf es nicht der den Gang erschwerenden Schutzscheiben). An Stelle der Messer können Stiele mit Häufelscharen benutzt werden.

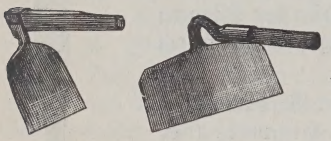


Fig. 79. Hacken von J. J. Schmidt-Erfurt.

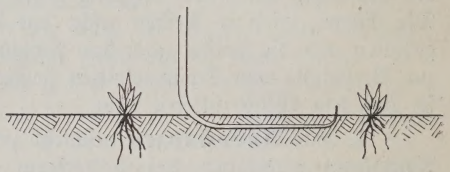


Fig. 80. Stiel und Messer.

Bei der Anordnung der ganzen Maschine (Fig. 81) ist die Steuerungsvorrichtung wichtig, weil die Zugtiere sich nicht so genau lenken lassen, daß die Messer den Pflanzen nicht hin und wieder zu nahe kämen. Dieselbe zerfällt in die Messersteuerung und das Vordersteuer. Die Messersteuerung beruht darauf, daß der Messerrahmen (Fig. 81) mit zwei Stangen beweglich am Fahrgestell angehängt ist und durch zwei Sterzen sich seitlich verschieben läßt. Da die Messersteuerung nur bei sehr geraden Pflanzenreihen und sehr sorgfältiger Führung des Zugtieres genügt, so ist bei den meisten Pferdehacken am Fahrgestell außerdem ein Vordersteuer angebracht, welches die grobe, während die Messersteuerung die feine Einstellung besorgt. Die Aufhängung des Messerrahmens in Ketten gestattet außerdem dessen Anheben und Außerbetriebsetzen mit Hülfe eines Hebels.

3. Das **Krustebrechen** ist auf Feldern nötig, welche nach starker Durchfeuchtung von Regen oder Schnee an der Oberfläche austrocknen und erhärten, wenn sie des Schutzes einer beschattenden Pflanzendecke entbehren. Besonders muß die Verkrustung der Felder während der

Keimung und der Jugendentwickelung der Pflanzen beseitigt werden, um den Boden für Wasser und Luft offen zu halten.

Man verwendet von Geräten für Breit- und Reihensaaten im allgemeinen die leichte Egge (S. 84) oder eine leichte Schlichtwalze (S. 90); für aufgehende Kartoffeln auch den Schälpflug (S. 77), für Reihensaaten ferner die Hand- oder die Pferdehacke. Mit der Handhacke werden von jeder Person gleichzeitig drei Reihen gehackt, um möglichst wenig Reihen bei dem Hacken betreten zu müssen. Es empfiehlt sich auch die Beschaffung von zwei Hacken für jede Person, um sie abwechselnd ohne Störung der Arbeit schärfen und so stets mit scharfen Hacken arbeiten zu können.

Außer allen Reihensaaten gestatten bei Breitsaaten die Halmfrüchte das Krustebrechen, so die Winterhalmfrüchte im Frühjahr nach der Schneeschmelze (besonders Weizen), die Sommerhalmfrüchte nach dem Aufgehen.

Was den Feuchtigkeitszustand anbetrifft, so muß das Feld vor der Bearbeitung mit den genannten Geräten etwas abgetrocknet sein.

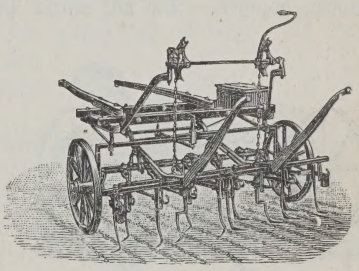


Fig. 81. Pferdehacke.

4. Das **Behäufeln** wird oft mit dem Krustebrechen verbunden. Es hat neben dem Krustebrechen und der Zerstörung des Unkrautes den Zweck, die Bildung von Seitenwurzeln und von unterirdischen Stengeln, wie bei Hopfen, Mais und Kartoffeln, zu fördern, oder die Pflanzenteile, wie bei Rüben um des Zuckergehalts willen, mit Erde bedeckt zu halten, oder auch den Pflanzen einen festeren Stand zu geben, wie bei Mais und Kopfkohl. Das Behäufeln wird am besten frühzeitig vorgenommen, um später die Bodenfeuchtigkeit nicht zu gefährden. Als Geräte dienen dabei die Pferde- und die Handhacke, der Häufelpflug und der Haken (S. 81).

§ 109. Das Entfernen von Pflanzenteilen.

Das Entfernen von Pflanzenteilen hat den **Zweck,** bessern Zutritt für Luft und Licht zu beschaffen und das Wachstum anderer Teile zu kräftigen.

1. Das **Schröpfen** zu üppig entwickelter Wintersaaten, welches wir im Frühjahre mit der Sense vornehmen, sowie das oberflächliche Abweiden im Herbst oder im Frühjahr (vor Beginn des Schossens) hält die Frucht in der Entwickelung zurück, läßt sie etwas schwächer

und dünner weiter wachsen, verhütet aber das bei zu dichtem Stande eintretende Lagern.

2. Den gleichen Zweck hat das **Geizen,** d. h. Entfernen der Blätter und Seitentriebe des Hopfens bis zur Brusthöhe.

Das Geizen der Blüten und Seitentriebe des Tabaks und der Rispen des Maises soll die Ausbildung der Blätter, beziehungsweise der Kolben, befördern.

§ 110. Jätemaschinen. — Unkrautvertilgung.

1. Der **Handhederichjäter** ist ähnlich einer Sense gebaut und wird ebenso geführt, nur daß an Stelle der Sensenklinge ein Querholz tritt, an dem rechenähnliche Zinken in schmalen Zwischenräumen stehen. Der Hederich, welcher höher wächst, als das junge Getreide, klemmt sich zwischen den Zinken fest und wird mit Hilfe seiner Äste dabei aus dem Boden gezogen. Die mit einem Pferde bespannte **Jätemaschine** hat drei Zahnkämme, welche aus Schlitzen einer Trommel heraustreten und nach dem Herausreißen des Hederichs sich wieder hineinziehen, so daß die eingeklemmten Pflanzen abgestreift werden. Sie arbeitet bei nicht zu dichtem Stande des Hederichs und nicht zu festem Boden gut.

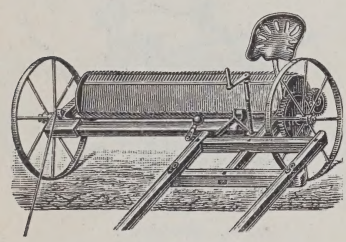


Fig. 82. Hederichjäter.

2. a) Die **Unkrautvertilgung** beginnt mit der **Vorbeugung** der Unkrautbildung durch peinliche Reinigung des Saatgutes.

b) Ferner ist bei der **Bodenbearbeitung** die Vertilgung der Wurzel- wie der Samenunkräuter ins Auge zu fassen. Die Wurzelunkräuter, welche, wie die Quecke, sich in ihren Wurzeln erhalten und durch dieselben vermehren, muß man durch Pflügen und Aussammeln der Wurzeln aus dem Boden mit der Egge oder dem Krümmer beseitigen. Die Samenunkräuter, welche sich durch Samen fortpflanzen, müssen durch Störung ihres Wachstums vermittelst Pflügen, Eggen und Abmähen an der Samenbildung gehindert werden. Besonders wirksam ist das Unterpflügen mit dem Doppelpfluge (S. 80).

c) Bei der **Saat und Pflege der Pflanzen** sucht man zunächst durch möglichst dichte Aussaat oder auch durch den Anbau stark wachsender Pflanzen (z. B. Raps, Erbse) einen dichten Stand der Kulturpflanzen und damit ein Ersticken der Unkräuter zu erreichen. Ferner wendet man bei aufgehenden Saaten das Eggen, bei aufgehenden Kartoffeln auch das Schälpflügen, bei Reihensaaten das

Hacken und Häufeln und bei kleinen Flächen das Jäten mit der Hand an.

3. **Besondere Maßregeln** verursachen der Hederich, die Distel, die Herbstzeitlose und die Kleeseide. Den Hederich vertilgt man mit dem Handhederichjäter oder der Jätemaschine.

Die Disteln und Herbstzeitlosen werden auf Wiesen am besten durch den Distelstecher, ein cylindrisch geformtes, an langem Stiele sitzendes Messer, vertilgt. Die Kleeseide wird durch Umgraben der befallenen Stellen beseitigt.

C. Die Ernte.

§ 111. Die Sichel, Sense und Mähmaschine.

1. Die **Sichel** besteht aus der gebogenen Klinge und dem hölzernen Griff und wird wegen der langsamen Arbeit nur bei kleinen Flächen verwendet.

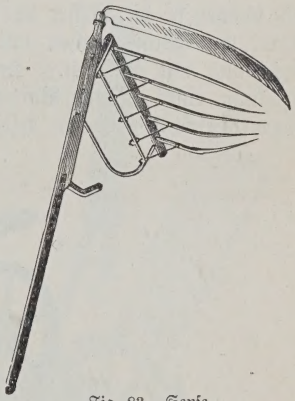


Fig. 83. Sense.

2. Die **Sense** zerfällt in den Sensenbaum mit Griffen und in die Klinge, welche mit dem Baume verbunden ist. Zum Getreidemähen wird an dem Sensenbaum eine Harfe (Rechen) befestigt, welche das Getreide seitlich ablegt.

3. Die **Mähmaschine** ist aus dem Fahrgestell als Kraftmaschine, aus der Triebvorrichtung als Übertragungsmaschine und aus der Schneidevorrichtung und der Ablegevorrichtung als Arbeitsmaschine zusammengesetzt.

a) Das **Fahrgestell** ist bei den einfacheren Grasmähmaschinen zweiräderig, bei den Getreidemähmaschinen einräderig. Die Widerstände bei der Arbeit, auch das Gewicht der auf Sitzen mitgeführten Personen sollen so verteilt sein, daß an der Deichsel möglichst wenig Übergewicht nach vorn und möglichst wenig Seitenzug nach rechts entsteht.

b) Die **Schneidevorrichtung** besteht aus dreieckigen, zweischneidigen, stählernen Messerklingen, welche, an einer gemeinsamen Messerstange befestigt, mit dieser hin- und hergeschoben werden. Die Messerstange ruht dabei in der Nut des sogenannten Fingerbalkens, an dem unten die Finger so befestigt sind, daß die Messer in einem

Schlitz der Finger (Fig. 84) gehen. Die Messer und Finger besorgen das Abschneiden der Stengel, indem die Messer dieselben beim Hin- und Hergehen gegen die Finger drücken und mit diesen zusammen scherenartig durchschneiden. Die Finger haben außerdem die Frucht so zu teilen, daß jedes Messer die gleiche Anzahl Stengel abschneidet;

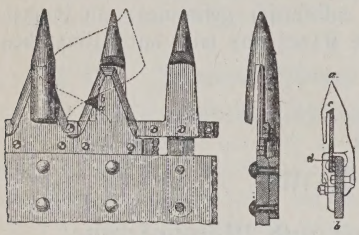


Fig. 84. Fingerbalken und Messerstange.

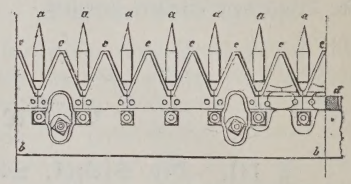


Fig. 85. Führung der Messerstange.

auch schützen sie die Messer vor der Berührung mit Erde bei dem Durchfahren von Wasserfurchen und von Maulwurfshaufen, und vor der Berührung mit Steinen. Zum Niederhalten der Messerstange, zur Erzielung eines dichten Vorbeiführens der Schneiden der Messer und Finger aneinander dienen besondere Führungsstücke. (Fig. 85.)

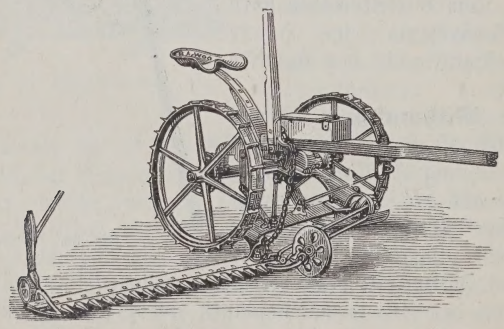


Fig. 86. Grasmäher.

Um ein Einklemmen der Stengel zu verhüten, müssen die Messer, wenn sie zum Umkehren bei jedem Hin- und Hergehen einen Augenblick stillstehen, sich stets in einem Finger befinden, so daß sie immer von Finger zu Finger hin- und hergehen. Die Schneidevorrichtung wird seitwärts vor die Fahrräder gebracht, um den Führersitz hinter dieselben legen und bei Unglücksfällen und Herunterfallen des Führers dessen

Beschädigung vermeiden zu können. Die Schneidevorrichtung läßt sich zur Fortbewegung auf Straßen aufklappen.

Bei der **Ablegevorrichtung** unterscheiden wir Handablage und Maschinenablage. Die Handablage erfordert eine Plattform hinter dem Fingerbalken, auf welcher die Frucht bis zum Ablegen mitgefahren wird, ferner außer dem Führersitz einen Sitz für den Ableger und den Ablegerechen (Fig. 87). Die Handablage erfordert ein sofortiges Binden und Aufstellen der Garben, um den Weg für die Pferde frei zu machen.

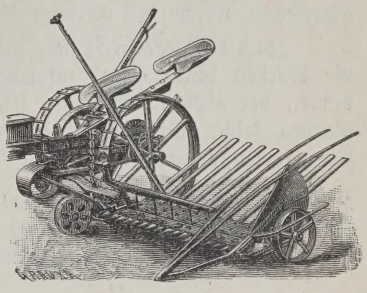


Fig. 87. Handablage.

Die Maschinenablage erfordert hinter dem Fingerbalken eine Plattform, der eine gebogene Form gegeben wird, um die Ablage hinter der Maschine zu bewirken und so einen Feldstreifen für die Pferde ganz frei zu machen. Ferner sind Ablegerechen erforderlich, welche an einer senkrechten, sich drehenden Welle lose in Scharnieren befestigt sind. Die

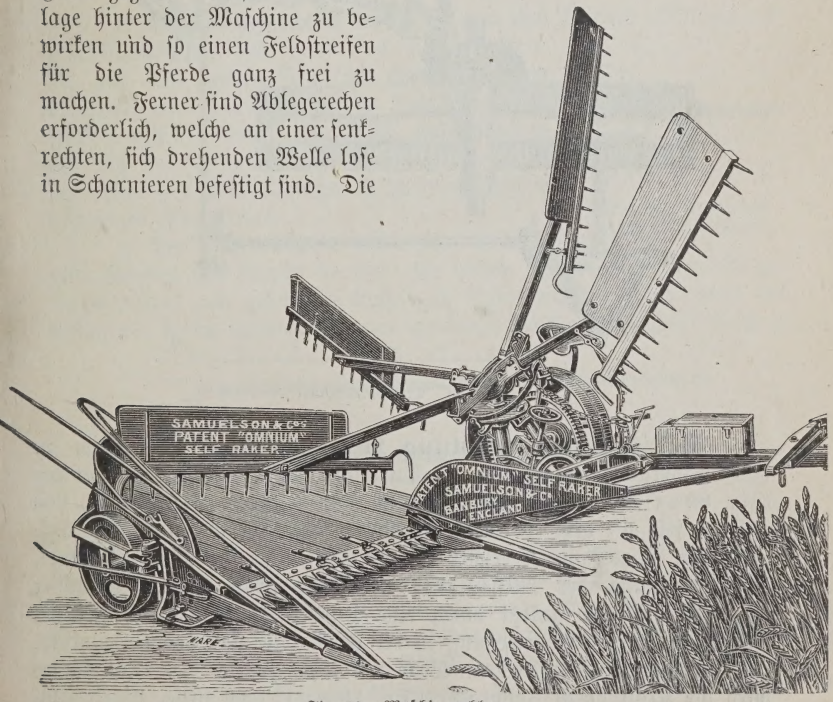


Fig. 88. Maschinenablage.

ohne Unterstützung lose herabhängenden Rechen werden durch eine schräge Führungsschiene so angehoben, daß sie bei der Drehung der senkrechten Welle auf der Schnittseite dicht über der Plattform fortgleiten, auf der anderen Seite aber sich so heben, daß sie an dem Kopfe des Führers vorüber gehen. Mit den Rechen können Raffbretter abwechseln, welche das Getreide der Schneidevorrichtung besser zuführen.

Zu der Ablegevorrichtung gehört auch der Garbenbinder, welcher die Garben durch Hebel zusammenpreßt und dabei mit Kokosstricken bindet, der aber die Maschine sehr verteuert, bei schlechter Bauart die Garben leicht mit den Ähren vorauf zur Erde wirft und dadurch Körnerverluste herbeiführt.

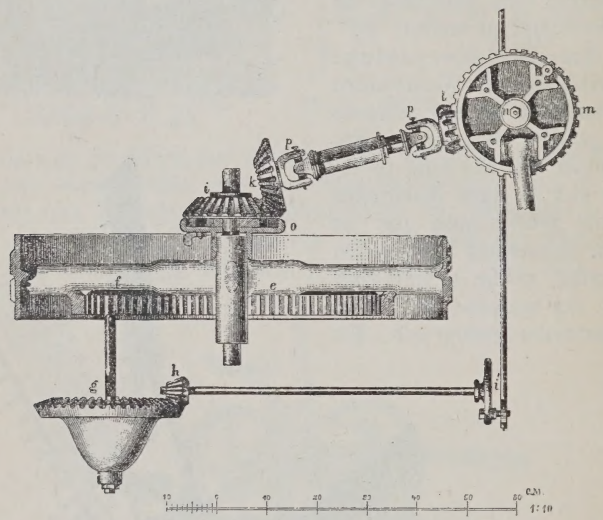


Fig. 89. Triebvorrichtung.

c) Die **Triebvorrichtung** läßt den Antrieb von einem an das Fahrrad angegossenen Zahnkranze mit innerer Verzahnung (Fig. 89 e f) oder von einem Zahnrade aus erfolgen (Fig. 89 i k), das auf der fest mit dem (vorwärtsgehenden) Rade verbundenen Achse aufgesetzt ist. Das Fahrrad erhält, um ein Gleiten zu verhüten, „Rippen". Zur Bewegung der Messerstange wird die Kraft durch Zahnräder (Fig. 89 g h) und zuletzt durch eine Kurbel (Fig. 89 i') fortgeleitet, welche die drehende Bewegung in die gewünschte stoßende verwandelt; zur Bewegung der senkrechten Welle mit dem Ablegerechen (Fig. 89 m) wird die Kraft durch Zahnräder (Fig. 89 p p l) nach dieser übertragen.

d) Bei der **Arbeit** wird zuerst um das ganze Feld herum mit der Hand ein Streifen abgemäht, auf dem die Pferde gehen können, und es werden dabei scharfe Ecken abgerundet. Dann wird die Schneidevorrichtung der mit bestem Öl reichlich geschmierten Maschine so niedrig als möglich, aber hoch genug zur Vermeidung von Beschädigungen eingestellt. Die Maschine muß, wenn man die Messer einschneiden läßt, schon volle Geschwindigkeit haben. Das Durchfahren von tiefen Wasserfurchen ist durch Einlegen von Faschinenbündeln zu erleichtern. Vor Steinen und Maulwurfshaufen wird die Schneidevorrichtung etwas angehoben.

e) Nach ihrem **Bau** unterscheidet man Grasmäher, Getreidemäher und kombinierte Mähmaschinen. Die Grasmäher entbehren jeder Ablegevorrichtung, die Getreidemäher besitzen eine Ablegevorrichtung und unter Umständen auch einen Garbenbinder; die kombinierten Mähmaschinen besitzen eine Ablegevorrichtung, welche abnehmbar ist.

§ 112. Geräte zur Heubereitung.

1. An **Handgeräten** verwendet man zum Streuen, Wenden und zum Nachharken des Heus den Handrechen, der aus dem langen Stiel mit Gabelung, dem Querholz und den aus hartem Holz gefertigten Zinken besteht; ferner zum Auf- und Abladen die aus dem langen Stiel, einer eisernen Tülle und zwei bis drei eisernen (stählernen) Zinken bestehende Heugabel.

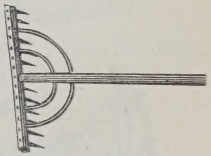


Fig. 90. Rechen von J. J. Schmidt-Erfurt.

2. Der **Heuwender** wird zum Streuen und Wenden des Grases benutzt. Er besteht a) aus dem zweirädrigen Fahrgestell mit gekröpfter Achse und Gabeldeichsel, b) aus zwei auf besonderer Welle sitzenden Rädern, an deren Kränzen umlegbare Rechen

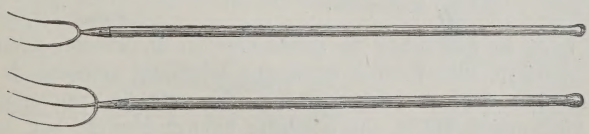


Fig. 91. Heugabeln.

angebracht sind, und c) aus der Triebvorrichtung. Durch die mit den Fahrrädern verbundenen Zahnräder wird zum Zweck leichteren Umwendens auf jeder Seite, von jedem Fahrrade aus, ein Rechenrad in Drehung versetzt. Eine Stellvorrichtung gestattet das Höher- oder Tieferstellen der Rechenräder. Die Zahnradübertragung gestattet es bei guten (doppeltwirkenden) Maschinen, von den Fahrrädern aus die

Drehung der Rechenräder vorwärts und rückwärts vor sich gehen zu lassen. Ein Drahtnetz schützt die Pferde gegen das Bestreuen mit Heu.

Die Arbeit des Heuwenders ist nach der Drehungsrichtung der Rechenräder verschieden. Beim Vorwärtsdrehen heben sie das Heu ein wenig und wenden es um; beim Rückwärtsdrehen heben sie es vorn hoch herauf, wobei es kräftig durchlüftet wird, und streuen dasselbe alsdann, es nach hinten abwerfend. (Der Heuwender erspart 10 bis 15 Arbeiter.)

3. Der **Pferderechen** (Tigerrechen) besteht a) aus dem zweirädrigen Fahrgestell mit Gabeldeichsel und Führersitz und b) aus den Zinken. Das Fahrgestell wird aus recht leichtem aber festem Holz hergestellt. Die gebogenen (24) Zinken sind mit ihrem oberen Ende an einer quer über der Fahrachse liegenden Stange lose befestigt, so daß sie durch ihr Gewicht an den Boden gedrückt werden und sich dem Gelände völlig anschmiegen. Ihr Querschnitt ist entweder T-förmig, und sie sind dann so stark, daß sie Hindernisse (z. B. Steine) überwinden, oder er ist rund, und sie sind dann aus Federstahl gefertigt, so daß sie an Hindernissen federnd vorübergehen. Die zeitweise erforderliche Entleerung wird am schnellsten und leichtesten dadurch bewirkt, daß, während die Zinken etwas über ihrer Mitte durch eine unter ihnen durchgehende Stange gestützt sind, ihre oberen Enden mit Hülfe eines Hebels (indem man auch wohl durch einen Fußtritt auf eine entsprechend angebrachte Kette nachhilft) gleichzeitig niedergedrückt werden, wobei ihre unteren Enden sich steil aufrichten und das zusammengeraffte Heu fallen lassen.

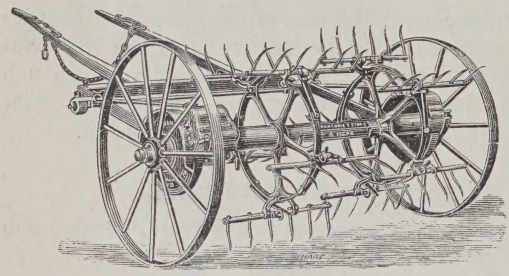


Fig. 92. Heuwender.

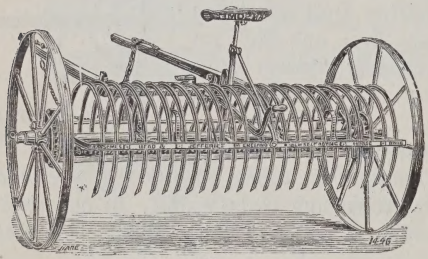


Fig. 93. Pferderechen.

4. Die **Kleereiter** sind einzelne Stangen oder aus drei Stangen hergestellte Pyramiden, welche mit hölzernen Zähnen zum Aufhängen

des Heues behufs allseitiger Durchlüftung versehen sind. Ihre Wirksamkeit ergiebt sich aus der Thatsache, daß nicht äußere Wärme, sondern Luftzug stärker trocknet.

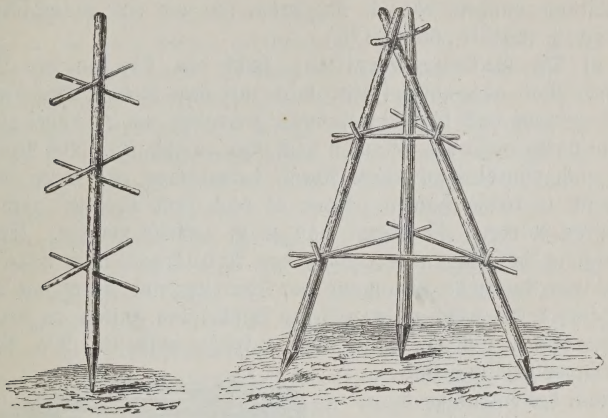


Fig. 94. Kleereiter.

5. Die **Heupresse** dient dazu, das Heu auf einen kleineren Raum zusammenzupressen, um bei Versendung mit der Bahn das Ladegewicht der Waggons besser auszunutzen und an Fracht zu sparen.

§ 113. Grünfutter und Heu.

1. Der beste Zeitpunkt zur Ernte des **Grünfutters** ist — besonders bei Gewinnung mehrerer Schnitte — der Eintritt der Blüte, da das Futter später auf Kosten wichtiger Nährstoffe holzig und hartstenglig wird, und da die Pflanze doch keine Nährstoffe mehr aus der Erde aufnimmt. Das Grünfutter wird mit der Sichel oder Sense geschnitten und sofort verfüttert.

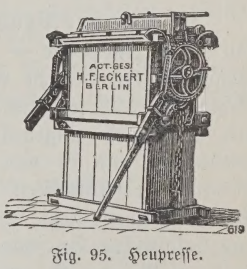


Fig. 95. Heupresse.

2. Zur Bereitung des **Heues** wird das Mähen des Futters, aus denselben Gründen wie beim Grünfutter, spätestens in der vollsten Blüte vorgenommen, ferner um die Auswanderung der wertvollen Stoffe aus dem Kraut in die Samen und das Eingehen solcher Pflanzen zu verhüten, die nur eine geringe Erneuerungskraft besitzen. Als Geräte verwendet man die Sichel, Sense oder Grasmähmaschine. Das darauf folgende Trocknen des Heues betreffend, welches die Beseitigung der größten Menge des Wassers (Grünfutter: 80 %, Heu: 15 %) aus der

Pflanze bezweckt, kann in verschiedener Weise erfolgen. Die Wasserentziehung kann dabei auch durch Selbsterhitzen des Futters und dadurch hervorgerufenes Verdampfen eintreten. Bei der Sauer- und Preßheubereitung handelt es sich überhaupt nur um eine chemische Umwandlung (Wasser: 65—80 %).

a) Die Grünheubereitung sucht das Heu an der Luft zu trocknen. Das abgemähte Futter wird mit dem Rechen oder dem Heuwender gestreut und täglich mehrmals gewendet, um es dabei zu lüften und die unten liegenden Pflanzen nach oben zu bringen. Bei drohendem Regen und ohnedies an jedem Abend bringt man es, wenn es halbtrocken ist, in kleine Haufen. Kann es nach dem Trocknen nicht sofort abgefahren werden, so bringt man es in größere Haufen. Eine Beschleunigung des Trocknens, sowie des Abtrocknens nach eintretendem Regen, wird durch die Benutzung der Kleereiter und durch das Puppen herbeigeführt, bei welchem man kleine Büschel des Futters an der Spitze zusammenbindet und sie dann lose aufrecht aufstellt. Als Nachteile der Grünheubereitung sind die Gefahr des Auslaugens durch Regen und das unvermeidliche Abbröckeln von Blättern und Stengelteilen zu betrachten.

Fig. 96. Heu- und Strohmesser.

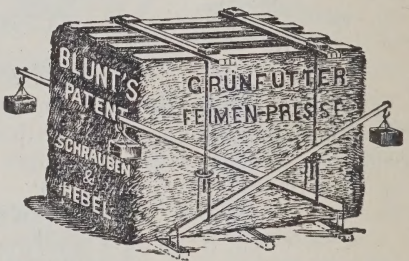


Fig. 97. Preßfeime.

b) Bei der Braunheubereitung wird das halbtrockne — nicht tau- oder regennasse — Futter in großen, mindestens 6 m im Durchmesser breiten Haufen von möglichst vielen Menschen in gleichmäßigen Schichten recht fest getreten, bis der Haufen 5 m hoch ist, und dann mit Stroh fest eingedeckt. Der Haufen erhitzt sich darauf, kühlt sich wieder ab und ist nach 6 Wochen fertig. Das Braunheu wird nach Bedarf mit Heumessern (Fig. 96) abgeschnitten. Der Vorteil dieser Trocknungsweise liegt in der Möglichkeit, bei plötzlich drohendem Regen das halbtrockne Heu vor dem Auslaugen zu schützen.

c) Bei der Brennheubereitung (Klapmeyer'sche Heubereitung) wird das Futter schon nach einem Tage in großen Haufen, wie bei der Braunheubereitung, festgetreten. Die Erhitzung ist dann so stark, daß nach zwei bis drei Tagen der Haufen schnell zum endlichen Abtrocknen auseinander gerissen werden muß, um nicht zu verkohlen. Bei dann eintretendem Regenwetter liegt daher die Gefahr des Auslaugens vor.

d) Bei der Süßfutterbereitung (Grünpreßfutterbereitung) wie bei der Sauerheubereitung wird die Haltbarkeit des Futters nicht durch Trocknung, sondern durch chemische Umwandlung erzielt. Das Futter wird sofort nach dem Mähen — höchstens wenige Stunden darauf — in eine Feime gefahren, die mit einer Einrichtung zu beliebigem und dauerndem Pressen der Futtermasse versehen ist. Vor dem Pressen wird das Futter ganz gleichmäßig zwischen vier Eckstangen in Schichten aufgebracht und hierzu abwechselnd von allen vier Seiten angefahren, sowie oben mit einer sehr starken Strohschicht bedeckt. Nach dem Beginn des Pressens (nach einem Tage) mißt man mit Hülfe eines dazu in der Höhlung einer eisernen spitzen Stange eingebetteten Thermometers täglich die Wärme des Feimeninnern. Sinkt dieselbe unter 50° C., so läßt man mit dem Pressen nach, preßt aber stärker, wenn sie über 70° steigt, bis das Futter sich abkühlt und nun verbraucht werden kann. Auf das gepreßte Futter kann man jederzeit nach Abnehmen der Preßvorrichtung neues Futter aufbringen und auch dieses pressen. Die Süßfutterbereitung bietet den Vorteil, bei jedem Wetter das Futter ernten zu können, doch muß dasselbe von der Presse weg verfüttert werden und läßt sich, da es sich nicht hält, nicht weit transportieren und an beliebiger Stelle verkaufen. Das Futter wird für den Bedarf schichtenweise mit dem Heumesser senkrecht abgeschnitten und verbraucht. Es ist für Rinder geeigneter als für Pferde.

e) Zur Sauerheubereitung stellt man in Lehmboden Gruben (von 2 m Tiefe, 2,5 m Sohlenbreite und 3 m oberer Breite) her oder mauert sie, wenn nur durchlassender Boden da ist, in Cement aus (Silos). In diese wird das Futter nach dem Mähen sofort schichtenweise fest eingetreten, grobstengliges, wie Mais, nach vorhergehendem Häckseln. Der Aufbau wird zur Erleichterung des Setzens mit senkrechten Wänden noch 1 m hoch fortgesetzt und das Ganze allseitig 0,5 m stark mit festgestampfter Erde umgeben, worauf das Sauerheu nach einigen Wochen verfütterbar ist. Das Futter erhält durch die entstandene Milchsäure einen angenehm säuerlichen Geschmack.

§ 114. Die Ernte der Körnerfrüchte.

1. Der Zeitpunkt für das **Mähen** ist die Gelbreife (vgl. § 10) bis zur Vollreife, je nachdem ein Körnerausfall zu befürchten (Hafer) und das Erntewetter günstig oder ungünstig ist. Als Geräte verwendet man die Sichel, Sense oder Mähmaschine; nur wenige Früchte, wie der Flachs, werden mit der Hand „gerauft". An der Sense bringt man das Gestell an, wenn die Frucht in Garben gebunden werden soll, und unterscheidet dann das Anhauen und das Schwadmähen. Soll die Frucht gleich hinter der Sense gebunden werden, so erleichtert man

das Binden durch das Anhauen, bei dem die abgemähten Halme an das noch stehende Getreide gelehnt werden; andernfalls mäht man auf das Schwad, da die Arbeiter dabei mehr leisten.

2. Das **Trocknen** der abgeschnittenen Frucht erfolgt an der Luft, entweder a) auf dem Schwad, oder b) in Garben, oder c) zuerst auf dem Schwad und dann in Garben.

a) Hülsenfrüchte, Ölfrüchte und kurzes Halmgetreide trocknet man auf dem Schwad und wendet sie nur täglich mit dem Rechen um. b) Getreide mit langem Stroh bindet man in Garben und stellt diese zu 16, 20 oder 30, je zwei aneinander gelehnt, in „Stiegen" (Hocken, Zeilen, Mandeln) auf. Die Stiegen setzt man bei ungünstiger Witterung um, so daß die bisherige Innenseite der Garben nach außen kommt. In regenreichen Gegenden stellt man auch Puppen auf, indem man neun Garben in einen Kreis stellt und die zehnte umgekehrt darüber deckt. c) Zu schnellerer Trocknung kann man das Getreide auch zwei Tage auf dem Schwad liegen lassen und dann binden und aufstellen.

Fig. 98. Getreidepuppe.

Das Trocknen auf dem Schwad vollzieht sich am schnellsten, ist aber im Regenfall das gefährlichste; langwieriger, aber gefahrloser ist das Trocknen auf dem Schwad und dann in Garben, noch langsamer und sicherer das Trocknen in Garben (besonders beim Aufstellen von Puppen).

§ 115. Die Fuhrwerke.

1. Die **Pferdekarre** besitzt ein zweiräderiges Fahrgestell mit Gabeldeichsel und einen rückwärts abkippbaren Wagenkasten. Sie wird zur Ernte gewöhnlich durch aufgesetzte Leitern in ihrem Laderaume vergrößert. Einerseits ist die Pferdekarre zu vielen kleinen Fuhren verwendbar, andererseits erleichtern die hohen Räder und der Umstand, daß das Zugtier der Last sehr nahe ist, das Ziehen; auch ist das Abladen sehr leicht. Nachteilig ist jedoch das starke Schwanken der Gabeldeichsel, um deswillen wir nur schwerere Pferde einspannen dürfen. Zur vollen Ausnutzung kommen die Vorteile daher nur bei großer Last, bei sehr schweren Pferden und auf harten Straßen.

2. Der **Wagen** setzt sich aus den Rädern und dem Gestell zusammen. Die Räder bestehen aus der Nabe mit der Buchse, aus

den Speichen und aus dem Radkranz mit den Felgen und dem Reifen. Durch den „Sturz", d. h. die schräge Speichenstellung, wird die Festigkeit wesentlich erhöht. Das Gestell zerfällt in Vorder- und Hinterwagen, deren jeder eine Achse mit Stoßringen, Lünsen und Vorsteckern und das mit der Achse (m) durch die Tragringe verbundene Achsfutter (b) besitzt. Auf dem Achsfutter ruht das bei dem Vorderwagen bewegliche Polster (c), welches mit Hülfe der Rungen (d) einen Kasten oder Aufsatzbretter, mit Hülfe der Rungen und Lünsstöcke die Ernteleitern trägt. Bei leicht ausfallenden Früchten werden die Leitern mit einem großen Plan belegt, der die Körner auffängt. Die Verbindung des Vorder- oder Hinterwagens vermitteln der Langbaum und die Arme des Hinterwagens, sowie der den Langbaum im Vorderwagen

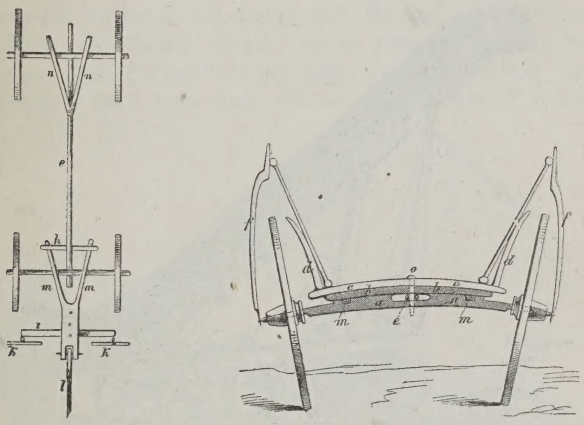


Fig. 99. Wagen.

befestigende Spannnagel (o). Die beiden Arme (m) des Vorderwagens und der Wender (h) halten durch den darüber liegenden Langbaum den Vorderwagen in richtiger Lage und tragen die Deichsel (l), an welcher die Wage (r) mit den Ortscheiten (k) und an deren Spitze der Dorn für die Aufhalter angebracht sind.

Die schräge Stellung und der Sturz der Räder erweitern den Laderaum und erleichtern das Fahren auf gewölbten Straßen, die gleiche Spurweite aller Wagen soll das Einhalten der Gleise auf Landwegen ermöglichen. Durch die Verengerung der Räderentfernung vorn (in der Mitte der Radhöhe gemessen) gegen dieselbe hinten wird das Entgleisen bei schwankendem Gange der Zugtiere erschwert. Der Wagen ist das gebräuchlichste und vielseitigste Fuhrgerät.

3. Die **Feldbahnen** (§ 131) verwendet man nur bei ebenem Gelände und schwerer Last. Bei der Fortschaffung der Ernteerträgnisse erleichtern sie besonders das Abfahren der Wurzeln und Knollen aus Mieten bei nassem oder hartgefrorenem Boden.

§ 116. Stakmaschine. — Feime.

1. Die **Stakmaschine** besteht aus einem vierrädrigen Wagen und dem ausziehbaren und in seinem Neigungswinkel verstellbaren Stakgestell. Das Gestell trägt oben und ebenso unten eine Rolle, über die rechts und links je eine Kette ohne Ende gelegt ist. Die Ketten tragen Querstäbe mit Zähnen. Die untere Rolle wird durch

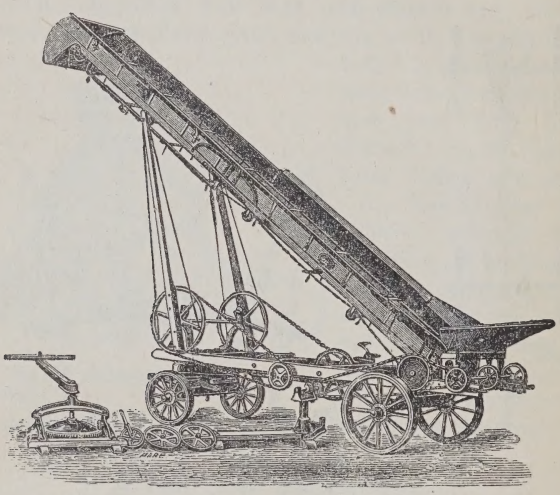


Fig. 100. Stakmaschine.

einen Göpel, oder mit der Dampfdreschmaschine zusammen von der Lokomobile aus, in Drehung versetzt, so daß die Ketten mit den Querstäben und Zähnen sich oberhalb des Stakgestells nach oben, unterhalb abwärts bewegen, dabei das in den Korb des Stakgestelles gebrachte Stroh oder Heu erfassen, in die Höhe führen und oben fallen lassen.

2. Der **Zweck der Errichtung von Feimen** (Schobern, Diemen, Mieten, Tristen, Haufen, Staken) ist der, bei Mangel an Scheunenraum Früchte, Heu oder Stroh während der Aufbewahrung gegen Regen und Schnee zu schützen.

Bei dem **Aufbau** zieht man die viereckige Grundfläche der kreisrunden deshalb vor, weil die viereckige Feime sich auch von ungeübten Leuten — wenn man an den vier Ecken Stangen errichtet — leichter aufsetzen läßt, und weil man sie beliebig lang machen kann, obwohl die runden Feimen weniger Außenfläche haben und sich auch gleichmäßiger setzen. Die Wände sind nicht senkrecht, sondern etwas nach oben vortretend, um das Ablaufen des Regenwassers zu erleichtern, während das Dach spitz oder kuppelförmig errichtet wird. Die Größe wählt man bei runden Feimen so, daß man eine Feime an einem Tage einfahren oder abdreschen kann, um nicht die untere Hälfte über Nacht dem Tau oder einem Witterungswechsel auszusetzen. Viereckige Feimen dürfen in beliebiger Größe hergestellt werden. Bei dem Aufsetzen wird eine 30 cm starke Unterlage von Reisig oder Stroh gelegt und hieraus unter Aufstaken des Heues oder Strohes mit Stakgabeln oder Stakmaschinen die Feime erbaut, indem man bei Getreide die Ähren nach innen, das Sturzende nach außen legt. An Stelle des Reisigs oder Strohes kann man auch eiserne oder gemauerte Feimengerüste

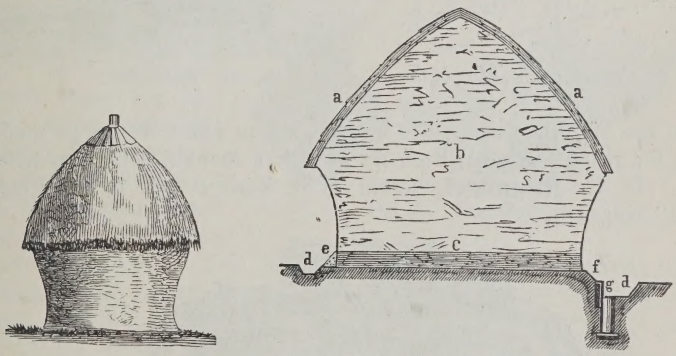


Fig. 101. Feime.

verwenden. Das Dach wird, wenn nicht ein bewegliches, auf den Eckstützen ruhendes Dach vorhanden ist, mit losem Stroh bedeckt oder mit dachziegelartig übereinander gelegten Strohbündeln besteckt. Man kann die Feimen auch mit wasserdichten Plänen eindecken. Zum Schutze gegen das Abheben von Dachteilen durch Wind dienen darüber gespannte und mit Holznägeln befestigte Strohseile oder mit angehängten Steinen beschwerte Seile. Um die Feime zieht man zum Ableiten des Wassers einen kleinen Graben mit steilen Wänden, legt den Erdauswurf an die Feimenunterlage heran und setzt bei Getreidefeimen in dem Graben mit je 2 m Zwischenraum 8 cm weite Drainröhren versenkt als Mäusefang ein.

§ 117. Der Göpel. — Seine Aufstellung.

1. Die **Einteilung** der Göpel unterscheidet Tretgöpel und Zug- (Kreis- oder Rundgang-) Göpel.

A. Bei den **Tretgöpeln** bewegt sich das Tier Z auf einer losen, beweglichen, schiefen Ebene ohne Ende, welche um zwei Rollen gelegt ist. Durch sein Gewicht versetzt das Tier die Ebene in gleitende Bewegung und damit die Rollen in Drehung, so daß von einer derselben, durch Aufsetzen einer Riemscheibe, die Kraft abgeleitet werden kann. Die Tretgöbel

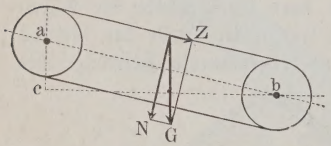


Fig. 102. Grundgedanke des Tretgöbels.

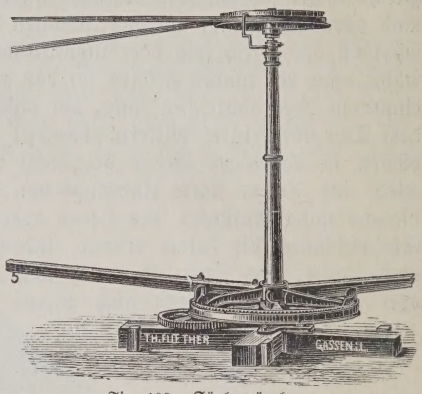


Fig. 103. Säulengöpel.

sind, um die bewegliche schiefe Brücke nicht zu schwer bauen zu müssen, nur für kleine Tiere, höchstens für ein Pferd oder ein Rind verwendbar.

B. Die **Zuggöpel** werden a) in Säulen- und b) in liegende Göpel eingeteilt.

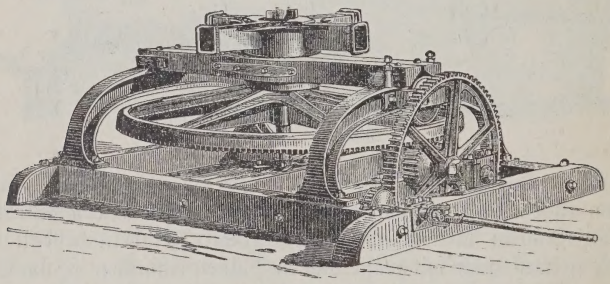


Fig. 104. Liegender Göpel.

a) Die **Säulengöpel** besitzen eine hohle, eiserne Säule, durch welche die Säulenwelle geht, die oben eine Riemenscheibe, unten ein kleines Stirnrad trägt, welches durch einen Ausschnitt unten an der Säule erreichbar ist. Die Zugtiere bewegen mit den Zugbäumen ein großes Rad mit innerer Verzahnung, dessen Nabe oberhalb des Ausschnittes

lose um die feststehende Säule gelegt ist. Das große Rad treibt ein kleines, auf dessen senkrechter Welle ein größeres Stirnrad sitzt, das in das kleine Zahnrad unten an der Säulenwelle durch den Ausschnitt eingreift. So werden die Säulenwelle und ihre Riemenscheibe von dem großen Rade aus in Drehung versetzt. Die Vorteile des Säulengöpels beruhen darauf, daß die Pferde unter dem Riemen weg freie Bahn finden, sowie darin, daß die Kraft von der Riemenscheibe aus von einer Stelle nach verschiedenen Seiten abgeleitet werden kann. Ein Nachteil ist dagegen der Umstand, daß bei größerer Kraft sich der Göpel leicht nach der Seite umziehen läßt, nach welcher der Riemen abgeht, so daß der Säulengöpel sehr fest fundamentiert sein muß. Man verwendet ihn daher ungern bei mehr als zwei Zugtieren.

b) Die **liegenden Göpel** lassen hinsichtlich der Bauart die Zugtiere mit Hülfe von Zugbäumen ein großes Zahnrad drehen, das ein zweites kleines Zahnrad und durch ein drittes größeres, mit dem zweiten auf derselben Welle festsitzendes Rad ein viertes kleines Zahnrad treibt, mit dem die Übertragungsstange gewöhnlich durch Gelenkkuppelung (Universalgelenk) verbunden ist. Die Gelenkkuppelung gestattet die Ableitung der Kraft in Winkeln. Auf dem großen Rade kann ein Führersitz angebracht werden. Die liegenden Göpel lassen sich beliebig stark herstellen, doch ist den Zugtieren das Überschreiten der Übertragungsstange hinderlich, auch ist es schwer, alle „umgehenden" Teile — auch die Stange — zur Verhütung von Unglücksfällen zu umkleiden.

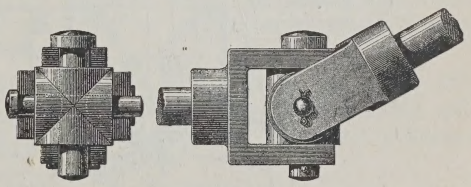


Fig. 105. Gelenkkuppelung.

Bezüglich der einzelnen Teile der liegenden Göpel muß darauf gehalten werden, daß das Gestell recht fest ist, so daß ein Verschieben der ineinander eingreifenden Räder ausgeschlossen bleibt, ferner darauf, daß die Zahnräder gut eingreifen, was man daran erkennt, daß immer drei — nicht zwei — Zähne eingreifen. Endlich ist auf die äußere oder innere Verzahnung des großen Rades zu achten, weil die letztere der Übertragungsstange eine andere Drehungsrichtung giebt, als die äußere, und dadurch die Anlegung der Arbeitsmaschinen erschwert wird.

2. Bei der **Aufstellung** der Göpel ist streng darauf zu achten, daß die senkrechten Wellen wirklich senkrecht stehen. Am leichtesten erkennt man Abweichungen, wenn man ein bis zum Rand gefülltes Glas Wasser dabei zu Hülfe nimmt. Ferner müssen Winkel bei der

Übertragung der Kraft nach der Arbeitsmaschine vermieden werden. Abweichungen in der wagerechten Ebene vermeidet man, wenn man die Welle des letzten kleinen Göpelzahnrades, die Übertragungsstange und die erste angetriebene Welle der Arbeitsmaschine in eine Richtung bringt. Abweichungen in der senkrechten Ebene beugt man vor, wenn man den Göpel so hoch stellt, daß ein Aufsteigen der Übertragungswelle zur Arbeitsmaschine überflüssig ist. Man kann das durch Aufschütten eines Hügels für Göpel und Zugtiere erreichen.

§ 118. Die Maschinen zur Körnergewinnung. — Das Dreschen.

1. Der **Dreschflegel** besteht aus dem Stiel und aus dem an ihm frei beweglich befestigten Klöppel. Die Pflanzen werden bei dem Dreschen mit dem Flegel auf einer Tenne (Diele) ausgebreitet, welche

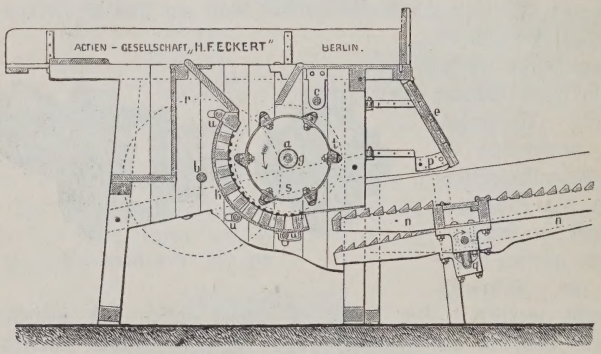


Fig. 106. Dreschmaschine.

aus festgeschlagenem Lehm hergestellt wird und ein reines Auffammeln der Körner gestattet. Nach Abdreschen der oberen Seite werden die Pflanzen gewendet.

2. Die **Dreschmaschinen** sind Arbeitsmaschinen, die mit der Hand (Handdreschmaschinen), dem Göpel (Göpeldreschmaschinen), mit Wasser oder Dampf (Dampfdreschmaschinen) und vermittelst Stangen-, Riemen- oder Seil-Übertragung betrieben werden können.

Das Gestell wird des hohen Gewichts wegen nur bei kleinen Dreschmaschinen aus Eisen, sonst aus möglichst festem Holze hergestellt.

Die wesentlichen arbeitenden Teile sind die Dreschtrommel und der Dreschkorb (Fig. 106, a und u). Die zwischen die schnell sich drehende Dreschtrommel und den sie umgebenden Dreschkorb gelangende Frucht wird zwischen beiden hin und her gestoßen und so entkörnt.

Nach der Bauart der arbeitenden Teile unterscheidet man Stiften- und Schlagleisten-Dreschmaschinen. Bei den Stiften-Dreschmaschinen sind Trommel und Dreschkorb mit Stiften besetzt, und zwar so, daß die Stifte der Trommel (Fig. 107) zwischen denen des Dreschkorbes hindurchgehen. Bei der Schlagleisten-Dreschmaschine sind Trommel und Dreschkorb (Fig. 108) mit Leisten besetzt, welche die

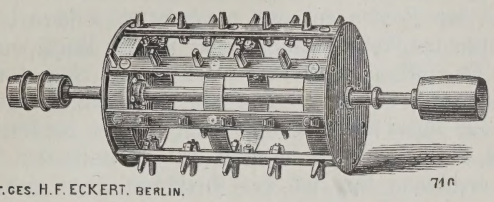


Fig. 107. Stiften-Trommel.

Schläge gegen die Früchte ausführen. Die Stiften-Dreschmaschinen haben erfahrungsgemäß einen leichteren Gang, als die Schlagleisten-Dreschmaschinen, doch sind die Stifte bei zufällig mitgehenden Steinen auch eher Beschädigungen ausgesetzt.

Die Schlagleisten-Dreschmaschinen werden ferner in Lang- und Breit-Dreschmaschinen eingeteilt. Bei den Stiften-Dreschmaschinen und den als Lang-Dreschmaschinen hergestellten Schlagleisten-Dresch-

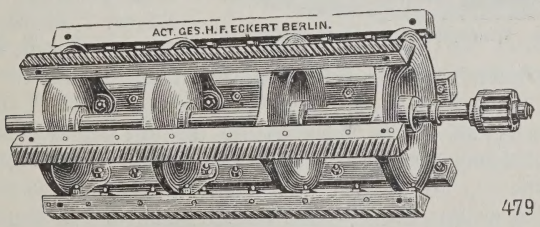


Fig. 108. Schlagleisten-Trommel.

maschinen wird das Getreide mit den Ähren voran eingelegt und das Stroh beim Durchgang geknickt, so daß es, als Krummstroh, zum Dachdecken, zum Mattenbinden ꝛc. nicht verwendbar ist. Bei den Breit-Dreschmaschinen wird das Getreide quer — Ähren und Sturzende gleichzeitig — eingelegt, so daß es die Maschine ungebrochen als Glattstroh verläßt. Die Breit-Dreschmaschinen sind der größeren Breite halber teurer und haben einen schwereren Gang, als die Lang-Dreschmaschinen.

Die Dreschtrommel, welche in der Minute 1200 Umdrehungen macht, besitzt eine stählerne Welle, deren Zapfen in gut gehaltenen Lagern ruhen. Sie muß mit ihrem Zubehör genau in allseitigem Gleichgewicht hergestellt sein, weil bei dem Übergewicht einer Seite die Fliehkraft (Centrifugalkraft) nach dieser stärker wirkt und zum Ausreiben und Warmlaufen, wie zu unnötigem Kraftverbrauch durch Reibung führt. Man kann die Trommel daraufhin leicht untersuchen, indem man sie mit den Zapfen auf zwei gleich hohen Tischen lagert und mit kleinen Stößen ins Rollen bringt, wobei sich ein Übergewicht bald zeigt.

Der Dreschkorb umschließt die Trommel (Fig. 106) zur Hälfte des Umfangs und besteht — von den Schlagleisten und Stiften abgesehen — aus einem starken Drahtgeflecht, welches die Körner hindurchfallen, das Stroh aber am unteren Ende heraustreten läßt. Durch eine Stellvorrichtung läßt sich der Dreschkorb oben und unten näher und weiter zu der Dreschtrommel stellen. Die verschiedenen Früchte erfordern eine verschieden weite Einstellung: Hülsenfrüchte eine weitere, als Halmfrüchte. Die genaue Einstellung muß beim Dreschen jedesmal so erfolgen, daß weder Körner zerschlagen werden (zu enge Stellung), noch auch Körner unausgedroschen bleiben (zu weite Stellung). Oben steht dabei der Korb stets etwas weiter ab, als unten.[1])

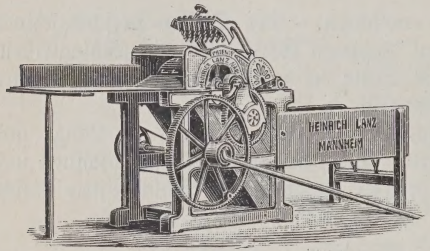


Fig. 109. Dreschmaschine mit Strohschüttlern.

Bei größeren Dreschmaschinen bringt man eine Einlegevorrichtung an. Diese soll einerseits für den Einleger die Gefahr einer Beschädigung der Hand beseitigen, andererseits die Maschine gleichmäßig „füttern", um die bei dem ungleichmäßigen Einlegen mit der Hand vorkommenden Stöße, sowie den Leergang in den Einlegepausen zu vermeiden.

[1]) Vielfach giebt man als ungefähren Anhalt folgende Zahlen rund in mm an:

	Halmfrüchte	Hülsenfrüchte, Buchweizen	Raps und Rübsen
oben	30	soweit wie möglich	
Mitte	15	35	80
unten	7	15	50

Die neuerdings auch bei kleinen Maschinen viel angewendeten Strohschüttler (Fig. 106n) schütteln das Stroh durch, lassen die noch im Stroh befindlichen Körner und die Spreu zu Boden fallen und befördern das Stroh von der Maschine fort, worauf es gebunden und fortgeschafft wird. Fehlen die Strohschüttler, so muß man eine Wagenleiter auf niedrige Böcke legen und das aus der Maschine kommende Stroh über sie hinweg mit Hülfe hölzerner Gabeln unter kräftigem Aufschütteln fortbringen, wobei die im Stroh befindlichen Körner mit der Spreu zwischen den Leitersprossen durchfallen und mit einem Rechen unter der Leiter hervorgeholt werden können. Die eigentümliche Bewegung, abwechselnd auf- und vorwärts und darauf ab- und rückwärts, wird den Strohschüttlern durch eine gekröpfte Welle so erteilt, daß die einen auf- und vorwärts gehenden Schüttler das Stroh fassen, während die andern, mit ihnen abwechselnden, ab- und rückwärts gehenden leer gehen, worauf sie sich wieder umgekehrt verhalten, und das Stroh von den andern weiter geschoben wird.

Die Kleereiber dienen, da beim Kleedreschen nur die ganzen Köpfe gewonnen werden, zum Ausreiben der Körner aus denselben. Der Kleereiber ist ein Mantel, der aus einem Geflecht von vierkantigem Draht besteht und an Stelle des Dreschkorbes um die Dreschtrommel gelegt wird. Man giebt die Köpfe an der Seite ein, worauf die Körner enthülst werden und durch das Drahtgeflecht fallen, während die leeren Hülsen durch einen Schieber am andern Ende des Mantels austreten.

Für den Betrieb der Dreschmaschine muß die Vorschrift eingehalten werden, zuerst die Maschine in volle Geschwindigkeit zu versetzen und dann erst einzulegen, umgekehrt auch zuerst mit Einlegen aufzuhören und dann erst die leere Maschine zum Stillstand zu bringen. Nach der richtigen Einstellung des Dreschkorbes ist die Maschine möglichst gleichmäßig zu füttern.

3. Eine größere Zahl von Vorrichtungen, außer den genannten, besitzen die **kombinierten Dreschmaschinen,** welche mit der Dreschmaschine gleichzeitig eine Reinigungsmaschine verbinden. Wir finden deshalb in der kombinierten Dreschmaschine außer den Strohschüttlern Reinigungssiebe, eine Windfege, Entgranner, Sortiercylinder und Vorrichtungen (Paternosterwerk, Schraube ohne Ende) vor, welche die Körner von einem arbeitenden Teile zum andern führen. Die kombinierten Maschinen brauchen große Betriebskraft (in der Regel Dampfkraft), haben aber den Vorteil, daß man keiner Tenne zum Sammeln der Körner bedarf, daß man also aus den Stiegen oder aus einer Feime auf dem Felde selbst dreschen kann.

4. Das **Dreschen** kann nur bei dauernd trockner Erntewitterung sofort (womöglich mit der Dampfdreschmaschine aus den Stiegen)

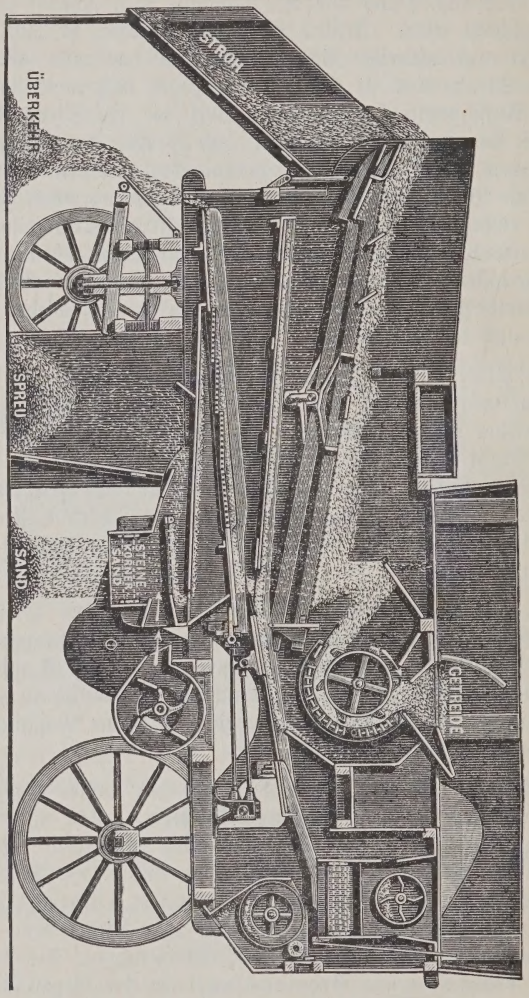


Fig. 110. Kombinierte Dreschmaschine.

vorgenommen werden, da die Körner die Frucht bei feuchter Witterung schwer verlassen, und das Stroh leicht „wickelt".

5. Bei der **Wahl der Geräte** sind folgende Gesichtspunkte maßgebend: Der Flegel schont das Stroh (Langstroh) und die Körner, entkörnt aber nicht rein, so daß Flegeldrusch 5 v. H. weniger giebt, als Maschinendrusch. Handdreschmaschinen erfordern ebensoviel Personen wie Flegeldrusch, gestatten aber — von dem Reindrusch abgesehen — die Vereinigung aller Arbeiter auf einer Tenne. Göpel- und Dampfdreschmaschine arbeiten billiger, als Flegeldrusch. Sie bieten ferner den Vorteil dar, daß in kurzer Zeit viel gedroschen, Saatgut schnell beschafft werden kann, hohe Preise sich sofort ausnutzen lassen und man im Winter die Arbeiter zur Vornahme von Meliorationen frei hat. Alle Maschinen beschädigen aber die Körner leicht (Beizen des Weizens). Die Breitdreschmaschinen liefern Glattstroh, alle anderen Krummstroh.

6. Wie durch Schläge bei Benutzung des Dreschflegels und der Dreschmaschine, kann man die Körner auch durch Druck bei dem **Ausreiten** von den übrigen Pflanzenteilen trennen. Man nimmt das Ausreiten bei leicht ausfallenden Früchten (z. B. Raps) auf der Scheunentenne oder einer auf dem Felde dazu hergestellten Tenne vor.

§ 119. Die Maschinen zur Reinigung der Körner.

Die Reinigung der ausgedroschenen Körner hat den doppelten **Zweck,** diese von Unkraut, Staub, Spreu und Halmresten zu befreien und sie andererseits — besonders bei Menggetreide — zu sortieren.

1. Die einfachste Reinigungsweise ist das **Worfeln und das Sieben mit dem Handsieb.** Das Worfeln wird auf einer Scheunentenne bei offenen Thüren an windigen Tagen vorgenommen. Die Körner werden von einem Arbeiter mit einer Schaufel gegen den durch die Tenne streichenden Wind geworfen, wobei sie von Staub befreit und nach der Schwere sortiert werden, indem die schwersten am weitesten fliegen, weniger weit die leichten und die Unkrautsamen, während die Spreu vom Winde völlig zurückgetrieben wird. Ein zweiter Arbeiter fegt mit dem aus hartem Grase fächerartig gebundenen Grasbesen mitgeflogene Distelköpfe und Halmteile von den guten Körnern fort, worauf er dieselben zusammenschaufelt. Hierauf werden die Körner mit dem Handsieb nach Korndicke geschieden, und bei Mengsaaten die Fruchtarten von verschiedener Korndicke, z. B. Hafer und Erbsen getrennt. Als Unterstützung für das Handsieb benutzt man einen einfachen hölzernen Bock.

2. Eine zweite Reinigungsweise ist **das Reinigen mit der Windfege und dem Cylinder.** Die Windfege macht uns von dem natürlichen Winde unabhängig, indem sie den Wind mit Hülfe eines Flügelrades (Fig. 111 p) selbst erzeugt. Die aus dem Einlauftrichter (ohne die Siebe f g h) breit austretenden Körner werden durch den

künstlichen Wind von Staub und Streu befreit und nach Schwere sortiert, indem sie in verschiedenen, durch Querwände getrennten Abteilungen sich ansammeln. An Stelle des Handsiebes tritt das leistungsfähigere Cylindersieb, welches nach Korndicke sortiert.

3. Beide Arbeiten, das Reinigen mit Hülfe von Wind und mit Hülfe von Sieben, vereinigt man bei dem **Reinigen mit der Reinigungsmaschine.**[1]) Vor dem Flügelrade der Windfege ist bei der Reinigungsmaschine ein Schüttelkasten mit Sieben so angebracht, daß derselbe von der Kurbel des Flügelrades aus, gleichzeitig mit diesem, in Bewegung versetzt wird, und zwar so, daß der künstliche Wind alle Siebe bestreicht. Die Schüttelsiebe lassen sich für verschiedene Fruchtarten auswechseln. Die Reinigungsmaschine bläst den Staub und die Spreu fort und sortiert die Körner nach Schwere und auch nach Korndicke.

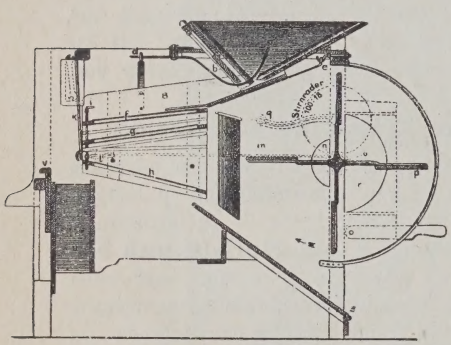


Fig. 111. Reinigungsmaschine.

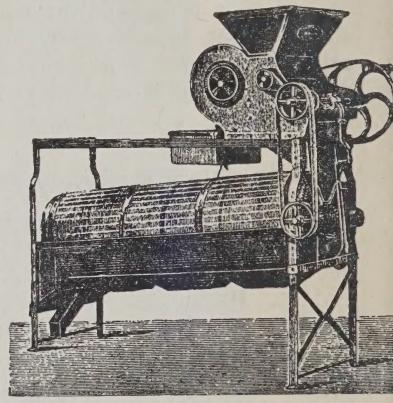


Fig. 112. Ausleſemaschine.

Die Reinigungsmaschine hat den Nachteil, daß der Wind durch eine sehr breite Öffnung treten muß, um alle Siebe zu bestreichen. Dadurch wird der Wind sehr schwach, während die Windfege durch eine schmale Windöffnung einen viel stärkeren Wind erzeugt. Will man zur Beschaffung von Saatgut sehr schwere Körner abscheiden, so empfiehlt sich nach der Benutzung der Reinigungsmaschine noch die der Windfege, und zwar unter recht schneller Drehung des Flügelrades. Man kann auch die Reinigungsmaschine für Saatreinigung so einrichten,

[1]) Der — einem schrägen, wackeligen Tische vergleichbare — **Kribleur,** der die Körner nach der Schwere sortiert, hat der geringen Tagesleistung halber die Reinigungsmaschine oder Windfege bisher nicht verdrängen können; ob das der **Getreideschleuder,** welche die Körner gegen ruhende Luft in einer Richtung fortschleudert und damit auch nach der Schwere sortiert, gelingen wird, muß noch abgewartet werden.

daß der Schüttelkasten abnehmbar ist, und daß die Windöffnung durch eingeschobene Querbrettchen verschmälert werden kann. Man benutzt die Reinigungsmaschine dann zuerst als solche, verwandelt sie nun in der gedachten Weise in eine Windfege und giebt durch diese das Saatgut nochmals hindurch.

4. Die **Ausleſemaſchine** (Trieur) behält das Flügelrad und die Schüttelſiebe bei, fügt aber noch Sortiertrommeln und Sortierſiebe dazu. Die Sortiertrommeln werden aus ſtarkem Blech hergeſtellt, in welches Zellen eingeſtanzt ſind. Die Form und Größe derſelben geſtattet es runden und kleinen Unkrautſamen (Vogelwicken, Raden), ſowie zerbrochenen Körnern, ſich hineinzulegen, während große Körner darüber fortgleiten. Die Zellen nehmen die ſchlechten Körner und Unkrautſamen mit ſich in die Höhe, worauf dieſelben oben herausfallen, in einer Rinne aufgefangen und in dieſer geſondert fortgeführt werden können. Als Sortierſiebe verwendet man einfache Cylinderſiebe von beſonders ſorgfältiger Ausführung in der Maſchenweite. Nach der Fruchtart laſſen ſich Trommeln und Siebe auswechſeln. Die Ausleſemaſchine bläſt bei der Arbeit Staub und Spreu ab, ſortiert nach Schwere und Korndicke, ſowie beſonders genau auch nach der Form der Körner. Trotz der guten Arbeit ſteht einer allgemeinen Einführung der Ausleſemaſchine der hohe Preis entgegen; wichtig iſt es aber, daß ſie die Trennung von Weizen- und Roggenkörnern und damit den ausgedehnten Anbau von Wintermenggetreide ermöglicht.

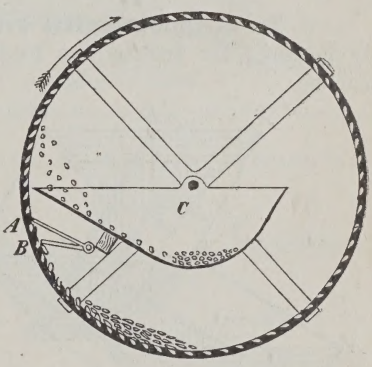


Fig. 113. Sortiertrommel.

VI. Meliorationen.

Die Paragraphen der 2. Auflage ſind denen der dritten in Klammern beigefügt.

A. Waſſerleitungen.

§ 120. Die Bewegung fließenden Waſſers.

1. Der **frei fallende Tropfen Waſſers** wird durch die Schwerkraft oder Anziehungskraft der Erde in Bewegung geſetzt. Die Schwer-

kraft wirkt dabei als befördernde Kraft, hemmend nur die geringe Reibung des Tropfens an der Luft.

2. In den **Bächen und Flüssen** bewegt sich das Wasser nicht frei, sondern **auf geneigter Unterlage** tiefer gelegenen Punkten der Erde zu. Als befördernde Kraft wirkt auch hierbei die Schwerkraft, hemmend die Reibung des Wassers an der Unterlage (und ebenfalls die an der Luft. Die letztere ist aber so gering, daß sie außer Betracht bleiben darf).

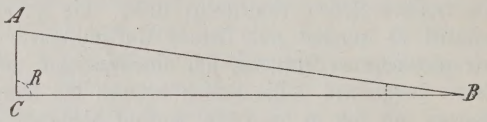


Fig. 114. Das Gefälle.

3. Die **Geschwindigkeit des Wassers** richtet sich nach dem Verhältnis der befördernden Kraft (Schwerkraft) zu der hemmenden Reibung.

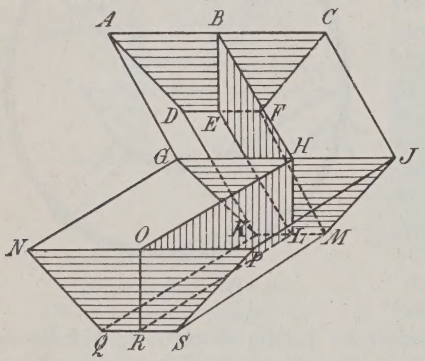


Fig. 115. Perspektivische Veranschaulichung der Lage von Längen- und Querprofilen eines Wasserlaufes.

Die befördernde Kraft hängt (Fig. 114) von der Fallhöhe AC (dem absoluten Gefälle), die hemmende Reibung an erster Stelle von der Weglänge CB[1]) ab, so daß die Geschwindigkeit des Wassers sich zunächst nach dem Verhältnis der Fallhöhe zur Weglänge (AC : CB), dem sogen. **„Gefälle"** (dem relativen Gefälle) richtet. Es empfiehlt sich, um die verschiedenen Gefällgrößen leichter vergleichen zu können, das Gefälle stets so umzurechnen, daß AC = 1 wird (z. B. 1 : 1000, 1 : 2000 u. s. w.).

Die hemmende Reibung hängt jedoch nicht nur von der Weglänge, sondern auch von der Breite der Unterlage ab, insofern bei einer schmalen Unterlage das Wasser nur an wenigen, bei einer breiten an vielen Punkten Reibung erfährt. Am günstigsten verhält sich in dieser Beziehung die halbkreisförmige Unterlage, die sich aber in der Praxis

[1]) Als Weglänge sieht man nicht AB, sondern aus praktischen Gründen die fast gleich lange Linie CB an, da wir auch beim Feldmessen alle Längen wagerecht — nicht geneigt — messen.

nicht gut herstellen läßt. Man nennt die Linie, die in dem Querschnitt eines Wasserlaufes die Breite der Unterlage angiebt, d. h. die Grenzlinie zwischen Wasser und Erde, den **„benetzten Umfang"** (in Fig. 117 die Linie ADEFC).

Die Geschwindigkeit des Wassers richtet sich also nach dem Gefälle und dem benetzten Umfange. (In geringerem Maße kommt auch die Wassertiefe in Betracht.)

§ 121. Darstellung eines Wasserlaufes.

1. Das **Längenprofil** (Längsschnitt) erhält man, wenn man einen Flußlauf der Länge nach in dessen Mitte von oben nach unten durchschneidet (BHORLEB in Fig. 115 u. 116). Aus dem Längenprofil kann man das Gefälle und die Wassertiefe entnehmen. Da bei der im Verhältnis zu der Weglänge oft sehr geringen Fallhöhe des Wassers, bei der Anwendung des gleichen Maßstabes[1]) für beide, die Unterschiede in dem Gefälle nicht deutlich zur Darstellung kommen, so wählt man in der Regel bei einem Längenprofil für die Höhen und für die Längen zwei verschiedene Maßstäbe (Fig. 116).

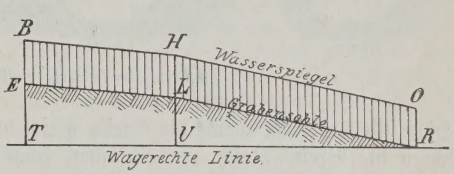


Fig. 116. Maßstäblich gezeichnetes Längenprofil.

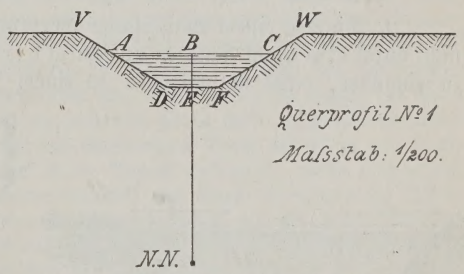


Fig. 117. Maßstäblich gezeichnetes Querprofil.

2. Die **Querprofile** (Querschnitte) erhält man dadurch, daß man senkrecht zum Längenprofil Schnitte von oben nach unten durch den Wasserlauf führt (ACFDA, GJMKG, NPSQN in Fig. 115). Aus den Querprofilen entnimmt man den benetzten Umfang, sowie dessen Gestaltung im einzelnen, auch die Höhe der Ufer. Man zeichnet die Querprofile in der Regel nur nach einem Maßstabe und giebt in ihnen häufig durch einen Punkt die Lage der wagerechten Linie (TR Fig. 116)

[1]) Der Maßstab ist ein Bruch mit dem Zähler 1, welcher angiebt, um wieviel kleiner eine Linie auf dem Bilde (dem Profile) wird, als in Wirklichkeit.

an, auf welcher man das Längenprofil aufgebaut hat (das Normalniveau N. N. in Fig. 117).

Bei einem Querprofil unterscheidet man den wagerechten Teil DF (Fig. 117) als die „Sohle" und die schrägen Fortsetzungen derselben bis zur Uferkante (DV und FW) als „Böschungen". Die Böschung bezeichnet man nach dem Verhältnis ihrer (wagerechten) Breite zu ihrer

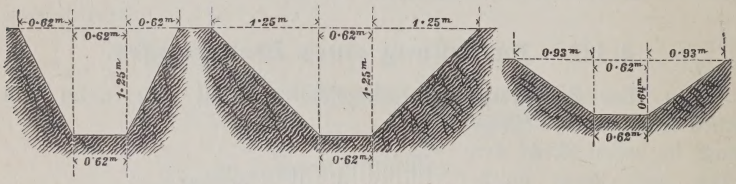


Fig. 118. Verschiedene Böschungen.

Höhe als halbfach, wenn die Breite gleich der halben Höhe; als einfach, wenn die Breite gleich der einfachen Höhe; als eineinhalbfach, wenn die Breite gleich der eineinhalbfachen Höhe; als zweifach, wenn die Breite der zweifachen Höhe gleich ist u. s. w. (Fig. 118).

§ 122. Ausmessung der Wasserführung.

1. Die von einem Wasserlaufe abgeführte **Wassermenge** läßt sich nicht durch eine Zahl, sondern nur durch das Verhältnis zweier Größen zu einander, eines Raummaßes zu einem Zeitmaße ausdrücken. Des

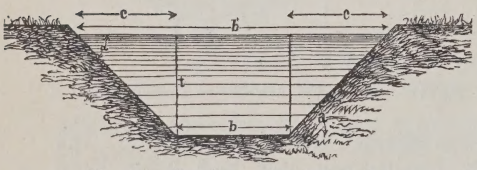


Fig. 119. Berechnung des Querprofils.

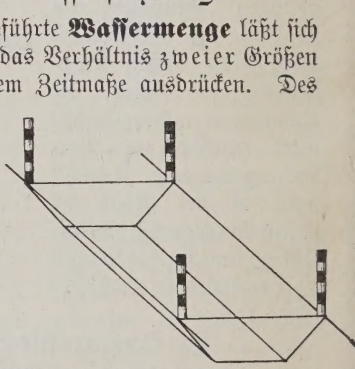


Fig. 120. Ausmessung der Wasserführung.

besseren Vergleiches halber führt man die Zeitangabe jedesmal auf die Einheit (1 Sekunde) zurück und giebt dann an, wie viel Liter oder wie viel Kubikmeter in 1 Sekunde abfließen.

2. Die **Ausmessung** selbst erfordert zuerst das Aufsuchen einer von Wasserpflanzen und Steinen möglichst freien und im Querprofil möglichst gleichartigen Strecke des Wasserlaufes von wenigstens 10 m Länge. Im Notfalle läßt man Pflanzen, Steine oder Ungleichmäßigkeiten im Quer-

profil beseitigen. Die zweite Arbeit besteht darin, am oberen und am unteren Ende der gefundenen Strecke je ein Querprofil durch Stäbe zu bezeichnen; dieselben werden genau ausgemessen und berechnet. Zur Berechnung teilt man jedes in ein Rechteck und zwei rechtwinklige Dreiecke ein. Sind die Querprofile einander nicht ganz gleich, so berechnet man aus ihrer halben Summe ein Durchschnittsquerprofil; andernfalls sehen wir eins der gleichen Querprofile als solches an. Ferner wird die Entfernung der beiden Querprofile voneinander genau gemessen und durch Multiplikation derselben mit dem Durchschnittsquerprofil der Inhalt des von beiden Querprofilen abgegrenzten Raumes berechnet. (Fig. 120). Die dritte Arbeit besteht darin, die Zeit zu messen, in welcher der Raum zwischen den beiden Querprofilen von dem darin befindlichen Wasser entleert ist und sich von neuem mit einer zweiten gleichen Wassermenge gefüllt hat. Dies ist dann der Fall, wenn die Wassertropfen, welche sich am Anfange des Versuchs an der Stelle des oberen Querprofils befinden, sich bis zu der Stelle des unteren verschoben haben. Zur Messung dieser Zeit dient außer einer Uhr (womöglich mit Sekundenzeiger) ein Schwimmer. Derselbe soll möglichst bis auf die Sohle herunter reichen, damit er die durchschnittliche Geschwindigkeit der Wasserschichten in verschiedenen Tiefen angiebt; er soll um ein Weniges aus dem Wasser herausragen, damit wir ihn genau beobachten können; er soll nicht weit herausragen, damit der außer Wasser befindliche Teil nicht durch den Widerstand der Luft oder gar durch stärkeren Wind beeinflußt wird und die Bewegung des ganzen Schwimmers stört. Am besten eignet sich hierfür eine Flasche, welche man so weit mit Wasser füllt, daß sie nur mit dem Korke sichtbar schwimmt, oder ein Stab, dessen unteres Ende man durch eingeschlagene Nägel beschwert. Beide wählt man womöglich so lang, daß sie bis fast auf den Grund reichen. Zur Ausführung der Messung setzt man den Schwimmer etwas oberhalb des oberen Querprofils ein, damit er bis zu diesem hin schon die Geschwindigkeit des Wassers angenommen haben kann. Hierauf beobachtet man mit der Uhr den Durchgang des Schwimmers durch das obere und durch das untere Querprofil und findet so die Anzahl Sekunden, welche erforderlich sind, um den Raum zwischen beiden Profilen von neuem mit Wasser zu füllen. Es ist nötig, die Messung mehrmals zu wiederholen, um die durchschnittliche Geschwindigkeit zu finden. Wenn man mit der gefundenen Anzahl Sekunden in den Inhalt des Raumes zwischen den Querprofilen dividiert, so erhält man die Anzahl cbm, welche der Wasserlauf in einer Sekunde abführt.

§ 123. Berechnung der Stromgeschwindigkeit und Wasserführung.

1. Man berechnet zunächst die **Geschwindigkeit** aus dem Querprofil des Wassers Q, dem benetzten Umfang B und dem relativen Wasserspiegel-Gefälle G nach den Formeln

$$R = \frac{Q}{B} \text{ und } v = c\sqrt{RG}.$$

R bedeutet den sogenannten mittleren Radius, welchen man durch Division des Querprofils Q mit dem benetzten Umfange B erhält. Den mittleren Radius

multipliziert man nach der zweiten Formel mit dem relativen Gefälle G des Wasserspiegels, zieht aus dem erhaltenen Produkt die Quadratwurzel, multipliziert dieselbe mit einem Koefficienten c und erhält so die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in einer Sekunde. Der Koefficient c wird nach der Größe des mittleren Radius R verschieden gewählt.

Ist R = 0,1, so ist c = 17	Ist R = 3,0, so ist c = 40
„ „ = 0,5, „ „ „ = 28	„ „ = 4,0, „ „ „ = 42
„ „ = 1,0, „ „ „ = 33	„ „ = 5,0, „ „ „ = 43.
„ „ = 2,0, „ „ „ = 38	

Liegt der gefundene mittlere Radius zwischen den in der Tabelle angegebenen Zahlen, so wählt man den Wert für c entsprechend zwischen den für c in der Tabelle angegebenen Zahlen.

2. **Zur Berechnung der in einer Sekunde abfließenden Wassermenge** W multipliziert man das Querprofil Q mit der mittleren Geschwindigkeit v nach der Formel: W = Q . v.

§ 124. Herstellung eines neuen Grabens.

1. Die Formeln zur Berechnung der Wasserführung eines Wasserlaufes können zur Berechnung der möglichen Wasserführung eines vorhandenen Grabens, aber auch zur **Wahl des Querprofils und des Gefälles** eines neuen Grabens dienen. Wir müssen, wenn der letztere eine bestimmte Wassermenge führen soll, versuchsweise verschiedene Zahlen für die Maße des Querprofils und für das Gefälle wählen und berechnen, ob der Graben dann die gewünschte Wasserführung haben wird. Je nachdem dieselbe zu groß oder zu klein wird, erniedrigen oder erhöhen wir die gewählten Zahlen, bis die Wasserführung die verlangte ist.

Bei der **Wahl der Maße** für den Graben hat man auf folgende Punkte zu achten:

Die obere Breite wählt man zur Verhütung erheblicher Störungen des Verkehrs und zur Erleichterung des Baues von Übergängen so gering wie möglich.

Die Böschungen dürfen, der Erdart entsprechend, nie zu steil angelegt werden, um Ausrisse zu vermeiden.

Man soll die Böschungen nicht steiler anlegen,

als	1/4	bis 1fach	bei schwerem Lehmboden,
„	1	„ 2 „	„ gewöhnlichem Lehm,
„	1 1/2	„ 3 „	„ Sandboden und
„	1/2	„ 3 „	„ Torf- und Moorboden.

Die mittlere Geschwindigkeit des Wassers muß aus demselben Grunde durch richtige Wahl der Abmessungen gleichfalls nach der Erdart berücksichtigt werden.

Sie ist nicht höher zu wählen,

als	0,1	m in	1	Sekunde	bei lockerer Erde (losem, schlammigem Boden),
„	0,2	„ „	1	„	„ schwerem Lehm,
„	0,4	„ „	1	„	„ Sand und
„	0,8	„ „	1	„	„ Kies.

2. Bei der **Herstellung** des Grabens wird nach dem Abheben des Rasens zuerst der mittlere Teil bis zur Sohle ausgehoben, dann die Böschung beiderseits hergestellt und dieselbe bis zum gewöhnlichen Wasserstande herunter mit Rasen belegt.

§ 125. Bewegung des Wassers in Röhren. Berechnung der Wasserführung.

1. Als **befördernde Kraft** wirkt, ebenso wie bei offenen Wasserläufen, die Schwerkraft, als **hemmende Kraft** die Reibung an der Unterlage. Als **Maß** derselben dient uns auch in gleicher Weise einerseits die Fallhöhe und andererseits die Weglänge und der benetzte Umfang. Die **Geschwindigkeit des Wassers** hängt darum auch bei Röhrenleitungen von dem Gefälle und dem benetzten Umfange ab.

Das **Gefälle** wird bei Röhrenleitungen grundsätzlich in der Weise berechnet, daß man den Höhenunterschied von Oberwasser und Unterwasser in den Bruch als Zähler, die Röhrenlänge als Nenner einstellt (Wasserspiegelgefälle), da das Sohlengefälle gleichgültig ist. (Kommunizierende Röhren.) Dabei ist aber auf die **Lage des Röhrenscheitels unter der Wasserspiegellinie** in der ganzen Länge der Leitung besonders zu achten, da anderenfalls der Querschnitt der Röhre an abweichenden Stellen nicht zur Ausnutzung kommt.

2. **Die Wasserführung der Röhren** ist bei gleichem Gefälle kleiner, als die der Gräben mit gleichem Querschnitte, da der benetzte Umfang größer ist. Eine vermehrte Wasserführung kann durch größere Wassertiefe bei Gräben, nicht aber bei Röhren erzielt werden, da letztere einen begrenzten Querschnitt haben.

Die **Berechnung der Wassergeschwindigkeit** v **und der Wasserführung** W nehmen wir aus der Fallhöhe (h), dem lichten (d. h. inneren) Durchmesser (d) der Röhre und der Länge der Leitung (l) nach den Formeln vor:

$$v = 20\sqrt{d\,G};\quad G = \frac{h}{l};\quad W = Q\,v;\quad Q = 3{,}14\left(\frac{d}{2}\right)^2.$$

Der **Ersatz einer weiten Röhrenleitung durch mehrere enge** ist in der Regel unwirtschaftlich, da mit vergrößertem Durchmesser die Wasserführung nicht nur in gleichem, sondern in viel höherem Maße steigt.

Die **Vermehrung der Wasserführung durch einen später neben einer vorhandenen Röhrenleitung gelegten Röhrenstrang** darf nicht in der Weise erfolgen, daß die neue Leitung **auf** die alte, sondern nur so, daß sie **daneben** eingelegt wird, da sonst leicht der Fehler gemacht wird, den Scheitel der neuen Röhrenleitung über die Wasserspiegellinie zu legen.

§ 126. Die Röhren.

1. Die **Form** der Röhren wird kreisrund gewählt. Nur große Röhren mit über 1,5 m Durchmesser erhalten einen eiförmigen Querschnitt und werden dann mit der Spitze nach unten verlegt.

2. Als **Material** zur Herstellung von Röhren verwendet man Thon, Eisen und Cement. Röhren aus gebranntem Thon, sogenannte Drainröhren, werden in der Regel nur bis zu 15 cm Lichtweite benutzt. Röhren mit größerer Lichtweite werden auch aus gebranntem und dann glasiertem Thon hergestellt, sie sind aber teuer und wenig widerstandsfähig, leiden auch stark durch hinzutretenden Frost. Eiserne Röhren sind sehr widerstandsfähig, aber auch sehr teuer und werden auf dem Lande nur zu Heberrohrleitungen verwendet. Cementröhren sind billig, bei genügender Wandstärke auch sehr widerstandsfähig und haben den großen Vorzug, daß man sich dieselben selbst herstellen kann. In letzterem Falle wird auch der Nachteil aufgehoben, daß sie ihres großen Gewichts wegen viel Fracht kosten, da man nur den Cement und nicht auch den später beigefügten Kies mit der Bahn bezieht. Man läßt sich hölzerne Formen, aus einem festen Kern und einem abzunehmenden Mantel bestehend, anfertigen, mischt trocken einen Teil Cement mit zwei Teilen Kies, rührt die Mischung mit Wasser zu einem Brei an und füllt letzteren in die Form ein, ihn in derselben feststampfend. Die Form wird nach 24 Stunden abgenommen und die Röhre ist nach 3 Tagen so fest geworden, daß sie beliebig verwendet werden kann. Die Form läßt sich leicht so einrichten, daß die Röhre an dem einen Ende innen muffenartig verdünnt ist, am andern eine in die Muffe passende Einschnürung (Falz) erhält, wodurch ein besserer Schluß der Stoßfugen erzielt wird (Fig. 121).

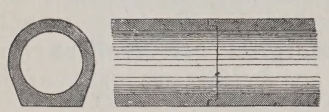


Fig. 121. Cementröhren.

3. a) Bei der **Herstellung einer Röhrenleitung** giebt man zur **Vermeidung des Absetzens von Sand und Schlamm** der Sohle stets eine, wenn auch geringe, Neigung und setzt bei unsicheren Bodenverhältnissen von 100 zu 100 m oder an passenden Stellen vertiefte, aus Ziegeln gefertigte „Schlammkästen“ ein, in welchen sich der Schlamm absetzen und von Zeit zu Zeit herausgenommen werden kann.

b) Das **Verlegen** der Röhren erfolgt auf gut ausgeglichener Sohle von unten herauf. Ist die Sohle unsicher (Triebsand), so legt man Bretterenden oder Schwarten unter. Größere Röhren müssen an den Seiten fest mit Erde umstampft werden, da der Erddruck von oben nach unten wirkt und die Röhren sonst bei starker Erddecke breit ge-

drückt werden und einfallen. Die Stoßfugen werden mit Cement oder bei Muffenröhren auch mit Wergsträngen gedichtet, welche man vorher in Teer getaucht hat.

B. Wasserhebe- und Stauwerke.

§ 127. Künstliche Wasserhebung.

Der **Zweck** künstlicher Wasserhebung kann ein doppelter sein, entweder der Ersatz der fehlenden natürlichen Vorflut für eine Entwässerung oder die Beschaffung mangelnden Wassers in genügend hoher Haltung für eine Bewässerung.

Als **Kraftmaschinen** für Wasserhebewerke verwendet man Windräder, Wasserräder, Roßwerke und Dampfmaschinen.

1. Die **Mantelschnecke** (Tonnenmühle) (Fig. 122) besteht aus einer eichenen Welle W, die mit eisernen Zapfen in einem starken Bohlenrahmen ruht, und aus einem cylindrischen Mantel M. Welle und Mantel werden miteinander durch zwei bis drei Schneckengänge G fest verbunden. Durch die Schneckengänge werden schraubenförmige Kanäle gebildet, in denen das unten eintretende Wasser aufwärts geschoben wird. Als Mantelschnecken baut man kleinere Schnecken, die man an verschiedenen Stellen benutzen will.

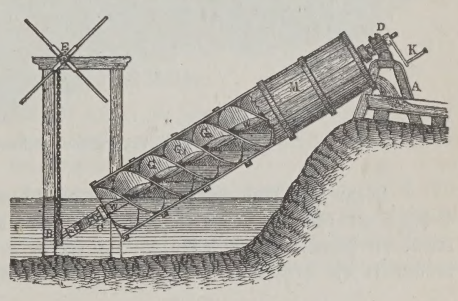


Fig. 122. Mantelschnecke.

2. Die **offenen Schnecken** (Fig. 123) unterscheiden sich von den Mantelschnecken zunächst dadurch, daß die Schneckengänge nur mit der Welle, nicht auch mit dem Mantel verbunden sind. Dieser dreht sich daher nicht mit. Um ein Zurückfließen zu verhindern, müssen die Schneckengänge dicht an den Mantel anschließen. Ein zweiter Unterschied der Mantel- und der offenen Schnecken besteht darin, daß der Mantel bei letzterer keinen vollen, sondern nur einen halben Cylinder bildet, indem gewissermaßen nur der halbe untere Cylinder erhalten geblieben ist. Man stellt diesen Mantel aus Mauerwerk her und gießt ihn mit Cement aus. Eine solche Bauart wendet man bei größeren, dauernd an einer und derselben Stelle beschäftigten Schnecken an.

Schnecken werden bei mäßiger Hubhöhe und ziemlich gleich bleibendem Ober- und Unterwasserstand verwendet und erhalten dann 30^0 Steigung.

3. **Kropfräder** besitzen an ihrem Umfange Schaufeln, welche durch einen genau passenden Kropf gehen, der aus zwei Seitenwänden und einem gekrümmten Boden besteht. Die Schaufeln schieben durch diesen Kropf k — auch Aufleiter genannt — das Wasser aus dem Unter- nach dem Oberwasser in die Höhe. Die Schaufeln werden zweckmäßig so gekrümmt, daß sie ohne

Stoß in das Wasser ein- und auch leise aus demselben austreten, ohne es dabei nutzlos wegzuschleudern.

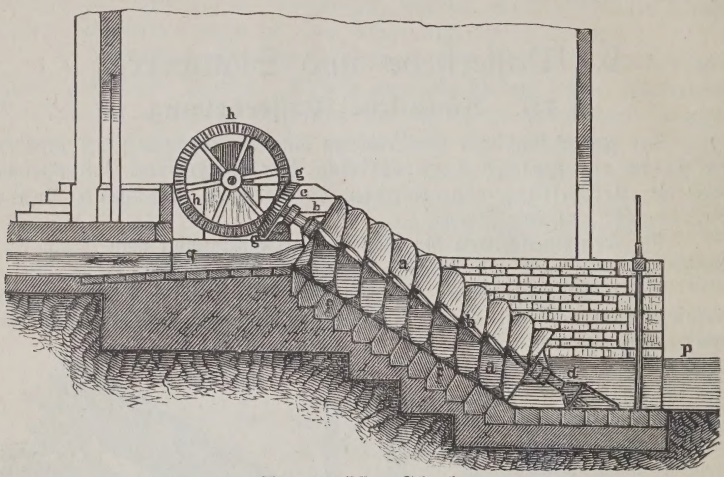


Fig. 123. Offene Schnecke.

Wenn das Rad ruht, so kann das Oberwasser durch eine einzusetzende Schütze an dem Zurücktreten verhindert werden. Da der Auftrieb das Rad etwas zu heben sucht, so wird es dadurch in seinem Gewicht erleichtert. Man verwendet die Kropfräder bei großen Wassermengen und mäßiger Hubhöhe.

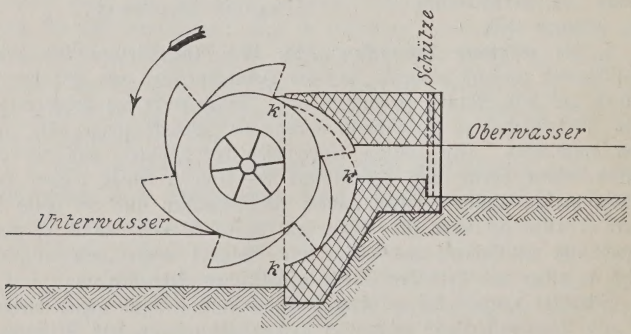


Fig. 124. Kropfrad.

4. Die **Centrifugalpumpe** besteht aus einem runden Gehäuse, in dem sich ein Schaufelrad (c) dreht, welches das darin befindliche Wasser herumschleudert und so vermöge der Centrifugalkraft zwingt, in dem Steige-

rohr (d) aufzusteigen. Die Zuführung des Wassers erfolgt durch das Saugerohr, welches das Gehäuse gabelförmig umschließt und zu beiden Seiten an der Welle des Flügelrades das Wasser eintreten läßt. Beachtenswert ist, daß — besonders im Anfange — sich im Steigrohr wenigstens 1 m Wasser befinden muß, um ein Zurücksaugen der Luft zu verhüten; man darf das Rohr bei geringerer Hubhöhe dann wieder herunterbiegen. Die Centrifugalpumpe kann sehr vielseitig verwendet werden, da sie transportabel und für beliebige Hubhöhen und Wassermengen anwendbar ist. Als Kraftmaschine ist, des unregelmäßigen Betriebes wegen, nur das Windrad auszuschließen.

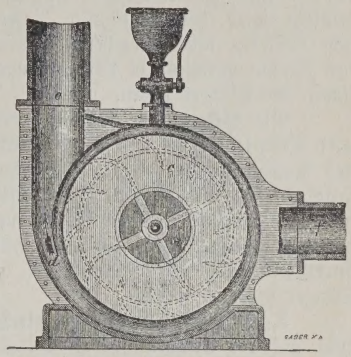


Fig. 125. Centrifugalpumpe.

§ 128. Die Deiche.

1. a) Die **Höhe** eines Dammes soll 30 cm über dem höchsten Wasserstande betragen. Um dem Setzen aufgeschütteter Erde Rechnung zu tragen, muß man die Dämme um $^1/_{15}$ der Dammhöhe überhöhen.

b) Bezüglich der **Abmessungen** wird die Kronenbreite, d. h. die obere Breite, je nach der Höhe verschieden, bei kleinen Dämmen 60 cm breit gewählt.[1]) Man stellt die Böschung nach der Wasserseite zu darum flacher her, weil der Druck des Wassers stets senkrecht zu der Fläche wirkt; je steiler

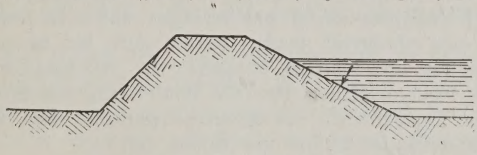


Fig. 126. Dammböschung.

die Böschungsfläche ist, um so mehr wirkt der Wasserdruck den Damm verschiebend, je flacher die Böschungsfläche ist, um so mehr nach unten drückend, also die Standfestigkeit des Dammes sogar erhöhend (Fig. 126). Die Böschung wird nach dem Wasser zu zweifach, bei zu erwartendem stärkerem Wellenschlag drei- bis vierfach, auf der Landseite einfach bis zweifach gewählt.

2. Bei dem **Bau** eines Dammes ist durchlassendes Material, wie Kies und Sand, zu vermeiden. Zur besseren Verbindung mit der Unterlage ist

[1]) Bei 1,8 m Dammhöhe beträgt die Kronenbreite 1,00 m,
„ 2,5 „ „ „ „ „ „ 1,50 „ ;
bei sehr hohen Dämmen steigt sie bis zu 6 m.

der Boden vor Aufschüttung des Dammes aufzugraben und diese Erde zum Schütten desselben mit zu verwenden. Bei Moorboden müssen Deiche, um ein Einsinken zu vermeiden, auf Pfahlroste gestellt werden. Nach dem Aufschütten wird der Wall mit Rasen belegt (§ 130). Eine Anpflanzung von Bäumen mit weitgehenden Wurzeln (Weiden) ist zu verwerfen, da alte, den Damm durchsetzende Wurzeln nach dem Absterben Gelegenheit zum Durchsickern des Wassers geben.

Die **Pflege** der Dämme verlangt das Wegfangen von Mäusen und Maulwürfen, um einer Durchlöcherung vorzubeugen. Zur Erhaltung des Rasens ist das Betreten des Dammes zu verbieten. Zeigen sich bei Hochwasser Sickerstellen, so ist eine Dichtung möglichst von der Wasserseite her zu versuchen, da der Wasserdruck die Dichtungsmaterialien von hier in die durchlassende Stelle einspülen hilft. Einer Überflutung muß im Notfalle durch Erhöhung mit Brettern auf hoher Kante und Dichtung mit Erde und Dünger begegnet werden.

3. Die **Einteilung der Flußdeiche** in Winter- und Sommerdeiche beruht auf der Erfahrung, daß überall die Winter- oder Frühjahrshochwasser höher als die Sommerhochwasser sind. Die Winterdeiche sollen das eingedeichte Vorland bei Bestellung desselben mit Wintersaaten und bei seiner Bebauung mit Gehöften gegen die Winter- und die Sommer-Hochwasser schützen und werden daher höher erbaut, als die zu erwartenden höchsten Wasserstände. Die Sommerdeiche sind dazu bestimmt, das Vorland nur gegen die Sommerhochwasser zu schützen, welche die wachsenden Pflanzen verschlämmen und die Ernte stören würden. Die Winterhochwasser sollen dagegen über die Sommerdeiche hinweg das Vorland überfluten. Die Vorzüge des Sommerdeich- vor dem Winterdeichsystem beruhen darauf, daß die Winterdeiche den Fluß zwingen, den gerade bei den Frühjahrshochfluten massenhaft mitgeführten Schlamm in dem Flußbett an ruhigen Stellen niederzulegen, so daß das Flußbett sich fortwährend erhöht und verengert und eine fortwährende Erhöhung der Deiche erforderlich macht. Ferner wird der düngende Schlamm des Flusses von den Uferländereien ausgeschlossen. Als Nachteil der Sommerdeiche muß die Notwendigkeit gelten, alle Baulichkeiten mit Winterdeichen zu umgeben. Die Unmöglichkeit des Wintergetreidebaues hebt sich durch die Entstehung ausgezeichneter Weiden und Wiesen auf.

§ 129. Die Schleuse.

1. Die **Teile einer Schleuse** sind der Fachbaum, die Griespfosten, der Holm, die Spundwand, die beiden Flutböden und die Schütze. Fachbaum, Griespfosten und Holm bilden die durch die Schütze verschließbare Schleusenöffnung. Die Spundwand soll die Schleuse vor einer Ausspülung zu beiden Seiten und unterhalb der Schleusenöffnung bewahren.

Die vor und hinter dem Fachbaum befindlichen Flutböden dienen dazu, ein Auskolken der Sohle zu verhüten und die Schleuse durch Erleichterung des Überspülens von mitgeführtem Sande reinzuhalten.

Die hin und wieder errichteten Flügelwände schützen die Seiten vor Ausrissen.

2. Bei **Auslaßschleusen** wendet man an Stelle der Schütze auch Schleusenthore an, die sich bei hohem Außenwasserstande selbstthätig schließen, bei niedrigem öffnen. Bei Flüssen oder größeren Bächen kommen als Stauschleusen auch die **Nadelwehre** zur Verwendung. Die sehr weite Schleusen-

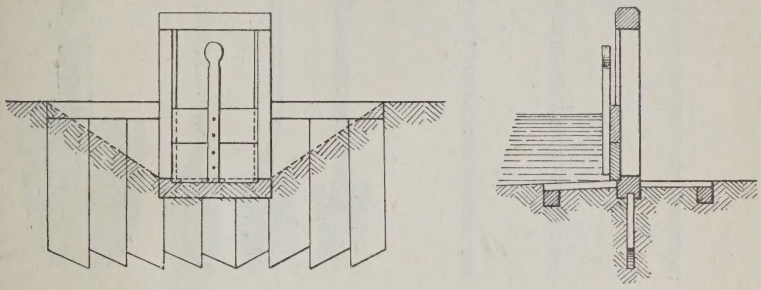


Fig. 127. Schleuse.

öffnung wird hier nicht durch einzelne oder mehrere Schützen, sondern durch Nadeln, d. h. durch nebeneinander in wechselnder Zahl von oben nach unten eingesetzte, schmale und starke Bohlen, geschlossen.

C. Erd- und Rasenarbeiten.

§ 130 (§ 131). Geräte zur Erdbewegung.

2. a) Zum **Lösen** sehr festen Bodens dient die spitze Pickelhaue oder die mit breiter Schneide versehene Rodehacke, oder eine Haue, die an einem Ende spitz, an dem andern breit gefertigt ist. Auch Stahlkeile oder mit eiserner Schneide und oben mit einem eisernen Ringe versehene Holzkeile werden verwendet und mit schweren Holzhämmern dabei in die Erde getrieben.

b) Zum **Lösen und Werfen** des Bodens verwendet man den Spaten, der aus Stiel mit Griff, Tülle und Blatt besteht. Wird bei festem Boden mehr Gewicht auf das Stechen und Lösen gelegt, so wählt man ein schmales langes Blatt und eine gerade angesetzte Tülle. Handelt es sich mehr um das Werfen loser Erde, so gebraucht man ein breites, selbst rundes, Blatt und eine schräg angesetzte Tülle. Einen hohlen, oder mit einem Rande versehenen, vorzugsweise zum Werfen bestimmten Spaten nennen wir Schaufel (Fig. 129). Zum Räumen mooriger, schlammiger Gräben dient die Moorschaufel (Fig. 131), die einen eisernen Rahmen mit Leinenbezug und Tülle, sowie zwei

Haken zum Anbringen einer Zugleine besitzt und von zwei Arbeitern bedient wird, ferner die aus starkem Eisenblech gefertigte Moorkratze.

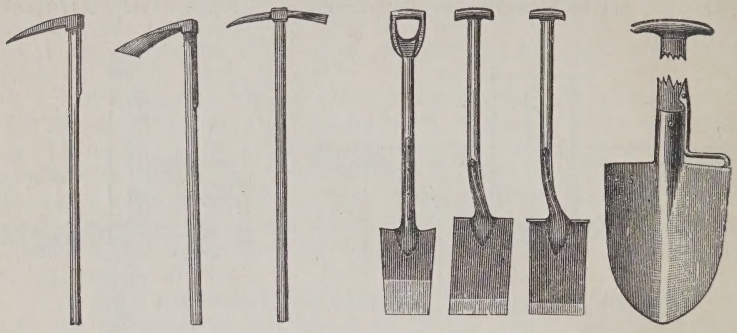


Fig. 128. Pickelhaue, Rodehacke und Spaten von J. J. Schmidt-Erfurt.

2. Zur **Fortschaffung von Erde** dienen zunächst die Schiebkarre, die sich für ebenes Gelände, und die Kumpfkarre, die sich für Steigungen eignet. Die zweiräderige Kippkarre besteht aus

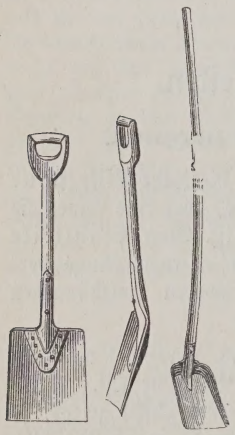


Fig. 129. Schaufeln von J. J. Schmidt-Erfurt.

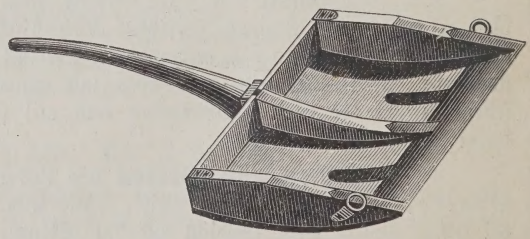


Fig. 130. Muldbrett.

einem zweiräderigen Fahrgestell und einem Kasten, der nach Abnehmen der beweglichen Hinterwand rückwärts abgekippt werden kann, so daß das Entladen dadurch erleichtert wird. Für Handbetrieb (mit drei bis vier Mann) ist eine kurze Deichsel mit Querholz, für Pferdebetrieb eine

Gabeldeichsel vorhanden. Die Kippkarre kann in der Wirtschaft, auch abgesehen von Erdbewegung, eine vielseitige Anwendung zu kleinen Fuhren finden. Der vierräderige Wagen ist der Karre und Kippkarre gegenüber insofern im Nachteil, als er ein besonderes Abladen mit dem Spaten erfordert. Zum Fortschaffen loser oder vorher gelockerter Erde auf kurze Entfernungen dient außerdem das mit

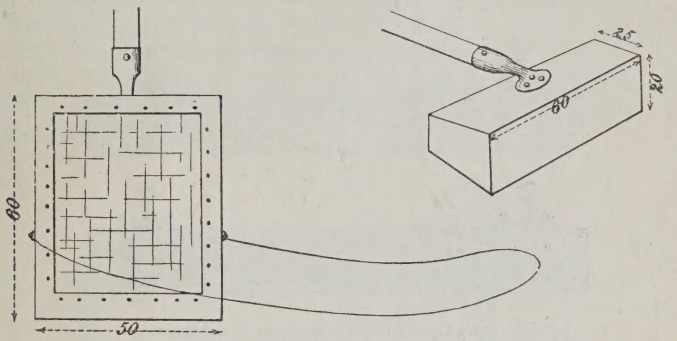


Fig 131. Moorschaufel und Kratze.

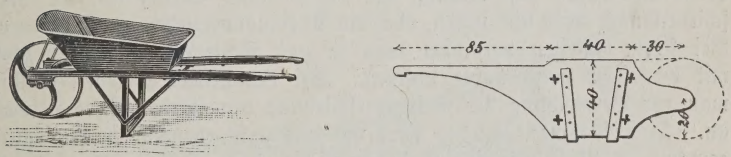


Fig. 132. Schiebkarre und Kumpfkarre.

Pferden bespannte Muldbrett (Fig. 130), welches mittelst des Hebels so geführt werden kann, daß es sich selbst füllt und entleert (Länge: 1,2 m, Breite: 0,9 m, Höhe: 0,3 m).

§ 131 (§ 132). Die Feldeisenbahn.

Die **Feldbahn** besteht aus dem Geleise (dem liegenden Material) und den Wagen (dem rollenden Material).

1. Das **Geleise** kann fest oder beweglich sein. Es besteht aus Geleisstücken und jedes Geleisstück aus Schienen und Schwellen. An der Schiene unterscheidet man Kopf, Hals und Fuß. Der wulstige Kopf soll ein Zusammendrücken der Schienen und ihr seitliches Verbiegen (bei Krümmungen) verhüten, der Hals die Räder über der Erde halten, der breite Fuß ein Eindrücken der Schienen in die Schwellen verhindern. Die Schwellen stellt man, wenn man starke Schalbretter (Schwarten)

oder anderes Material besitzt, selbst her; andernfalls kauft man eiserne oder Holzschwellen mit den Schienen an. Holzschwellen tränkt man auch mit Kupfervitriol. Die Verbindung der Schienen mit den Schwellen wird bei Holzschwellen durch Hakennägel oder durch Holzschrauben mit breitem Kopf, bei eisernen Schwellen durch Schraubenbolzen hergestellt. Die Stoßverbindung, d. h. Verbindung der Geleisstücke miteinander, ist auf festem und unebenem Boden, sowie

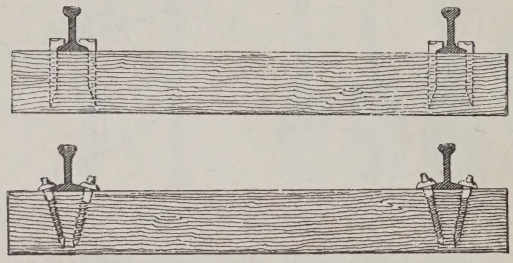


Fig. 313. Verbindung der Schienen und Schwellen.

bei Krümmungen sehr wichtig, um ein seitliches Verschieben, ein Verschieben nach oben und unten, oder ein Auseinanderziehen zu verhindern. Bei festen Geleisen verbindet man je zwei Schienenenden durch zwei mit denselben verschraubte Laschen. Bei beweglichen Geleisen wendet man zur Vermeidung der Seitenverschiebung nur starke äußere Laschen an. Das Auseinanderziehen wird auf sehr verschiedene Weise unmöglich gemacht, z. B. durch eine Krümmung der Lasche an einem und durch

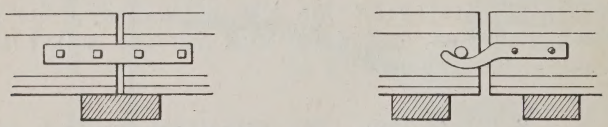


Fig. 134. Stoßverbindung.

einen Stift am anderen Schienenende, unter dem das gebogene Laschenende beim Niederlegen des anstoßenden Geleisstückes durchgreift (Fig. 134). Bezüglich der Verteilung der Laschen ist es zweckmäßig, bei den beiden Schienenenden zu jeder Seite des Geleisstückes immer nur eins mit einer Lasche, das andere mit einem Stift zu versehen, damit die Geleisstücke beim Umkehren aneinander passen. Bei Kurven (gekrümmten Geleisstücken) kann man in diesem Falle auch die Anschaffung besonderer Rechts- und Links-Kurven ersparen.

Die Weichen vermitteln die Abzweigung von Neben- und Ausweichegeleisen. Die Zungenweichen ermöglichen das Einführen des Wagenzuges in das rechts oder links ausweichende Geleise durch zwei bewegliche Zungen, die durch ein gemeinsames Querstück mit Handgriff von einem Arbeiter hin- und hergeschoben werden können. Die nicht verstellbaren Kletterweichen sind Kurvengeleisstücke, welche ein Nebengeleise so an das Hauptgeleise an beliebiger Stelle anschließen, daß sie, das Hauptgeleise überkletternd, in dasselbe münden. Unter Umständen kann auch der Übergang des Wagens auf rechtwinkelig anstoßende Geleise durch Drehscheiben oder einfacher noch durch Wendeplatten bewirkt werden, z. B. bei kleinen Feldbahnen im Stalle, die den Dünger- und Futtertransport vermitteln.

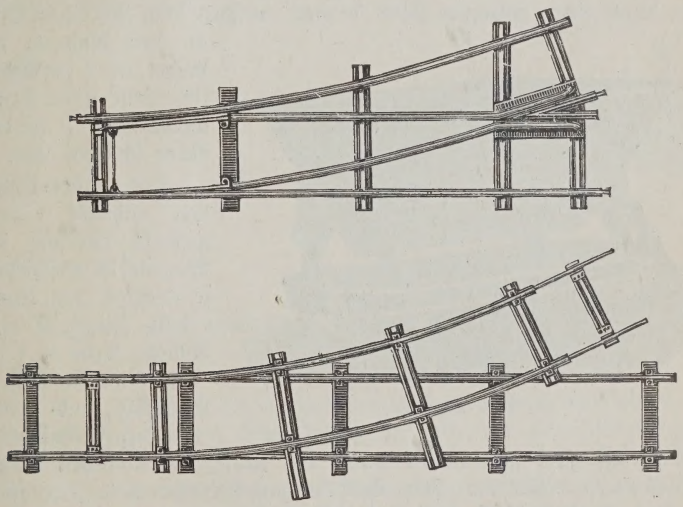


Fig. 135. Weichen.

Wegübergänge sind durch Bohlen herzustellen, welche zwischen und beiderseits vor die Schienen gelegt sind, um die Berührung der Schienen durch die Räder zu verhindern.

Stärke und Spurweite (50 bis 60 cm) der Geleise richten sich nach Belastung und Unterlage. Bei schwerer Belastung und ungleicher Unterlage (Sturzacker) wählt man stärkere und breitere Geleise, als bei leichter Belastung und glatter Unterlage (Wiesenflächen). Den wichtigen unmittelbaren Anschluß an „Kleinbahnen" erzielt man, wenn man für diese, wie für unsere Feldbahnen, die gleiche Spurweite (60 cm) wählt.

2. Die **Wagen** (Lowrys) der Feldbahnen zerfallen in Unterbau und Oberbau, der Unterbau in den Rahmen und die Räder.

Der Wagenrahmen muß entweder Puffer besitzen oder durch seine Form selbst (Fig. 134) als Puffer wirken. Er wird bei großen Wagen aus Eichenholz, bei kleinen aus Eisen angefertigt.

Die gewöhnlich mit den Achsen fest verbundenen Räder werden durch hervortretende Ränder, sogenannte Flanschen, auf den Schienen gehalten. Bei starken Geleisen genügen „einflanschige" Räder, bei schwachen sind „zweiflanschige" erforderlich, da sonst bei Krümmungen die äußere Schiene nach außen ausbiegt, das Rad dann von der inneren Schiene abgleitet und den Wagen zum Entgleisen bringt.

Das Hemmen wird auf geneigter Bahn durch besondere Bremsen oder durch einen hölzernen Hebel bewirkt, welchen man mit einem Ende an den Rahmen anbindet und — erforderlichenfalls unter Druckanwendung — auf dem Rade schleifen läßt.

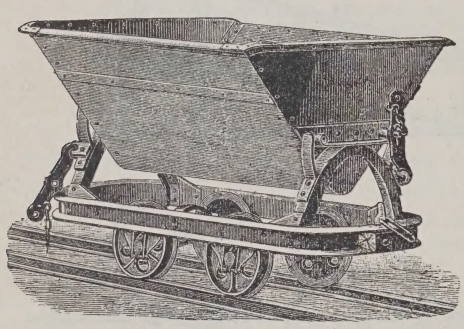


Fig. 136. Kipplowry.

Das auf dem Unterbau ruhende Obergestell (Aufsatz) des Wagens ist verschieden, je nachdem man Langholz, Ziegel, Torf, Rüben, Erde u. s. w. fortbewegen will. Langholz und große Obergestellkasten werden auf zwei miteinander durch den Aufsatz verbundenen Wagen (Truckwagen) befördert. Für Erdbewegung benutzt man Kippkasten, die das Entladen ersparen (und gewöhnlich 0,5 cbm Erde fassen). (Fig. 136.)

§ 132 (§ 133). Erdberechnung und Wahl der Beförderungsmittel.

1. Zur **Berechnung eines Erdkörpers** mißt man das Anfangs- und Endquerprofil, und überall, wo das Querprofil wechselt, dieses gleichfalls aus, endlich auch die gegenseitigen Entfernungen der Querprofile. Man berechnet alsdann nacheinander die Abteilungen zwischen je zwei Querprofilen, indem man deren halbe Summe mit ihrer Entfernung multipliziert. Die Summe aller Abteilungen ist der Inhalt des ganzen Erdkörpers. Diese Berechnung gestattet einen **Voranschlag** für die Kosten der Erdbewegung, wenn man einen aus

der Erfahrung oder aus einem Probeversuch sich ergebenden Einheitssatz für das cbm zu Grunde legt.

2. Die **Wahl der Beförderungsmittel** richtet sich bei größeren Erdmengen der praktischen Erfahrung gemäß nach der Weglänge. [1])

§ 133 (§ 130). Das Schneiden, Lösen und Wiederauflegen des Rasens.

1. a) Das **Zerschneiden** des Rasens in einzelne Plaggen führt man vermittelst eines gewöhnlichen Spatens mit schmalem Blatt und langem Stiel, oder des Stechspatens (Fig. 137), oder des Wiesenbeils (Fig. 138), dieses am besten im Rückwärtsschreiten benutzend, aus.

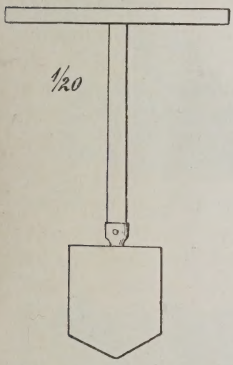


Fig. 137. Stechspaten.

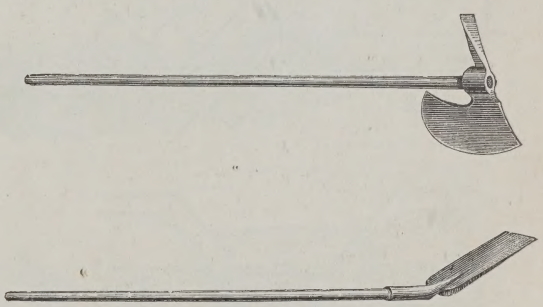


Fig. 138. Wiesenbeil und Schälschippe.

b) Das **Lösen** des geschnittenen Rasens bewirkt man mit der am Wiesenbeil befestigten Schälschippe oder mit einer besonderen Schälschippe (Fig. 138).

c) Zur **Fortschaffung** der Rasenplaggen benutzt man die Schälschippe oder eine eiserne oder hölzerne, einfache Gabel.

2. a) Das **Wiederauflegen** des Rasens erfolgt im Verbande, wenn viele Plaggen verfügbar sind. Die ganze Fläche wird so mit Plaggenreihen belegt, daß die Fugen einer Reihe nicht auf die der

---

[1]) Bei bis 5 m Weglänge wendet man die Schaufel,
„ 5—120 „ „ „ „ „ Schiebkarre,
„ 100—400 „ „ „ „ „ Handkippkarre,
„ 100—1400 „ „ „ „ „ Pferdekippkarre,
„ 50—5000 „ „ „ „ „ Feldbahn mit Hand- oder Pferdebetrieb,
„ über 5000 „ „ und bei mindestens 100000 cbm Erde wendet man die Feldbahn mit Lokomotivbetrieb an.

anderen treffen (Fig. 139 a). Das Legen in Netzform wendet man an, wenn wenig Plaggen vorhanden sind, und läßt zwischen den netzförmig sich kreuzenden Plaggenreihen größere quadratförmige Stellen unbelegt. Bei dem mauerartigen Belegen steiler Böschungen mauert man diese mit Plaggen förmlich auf, indem man dieselben des festeren Aufliegens halber mit der Rasenseite nach unten legt, die Fugen jeder unteren Reihe durch die folgende Plaggenreihe überdeckt und jede folgende Reihe ein wenig „einzieht" (Fig. 139 c).

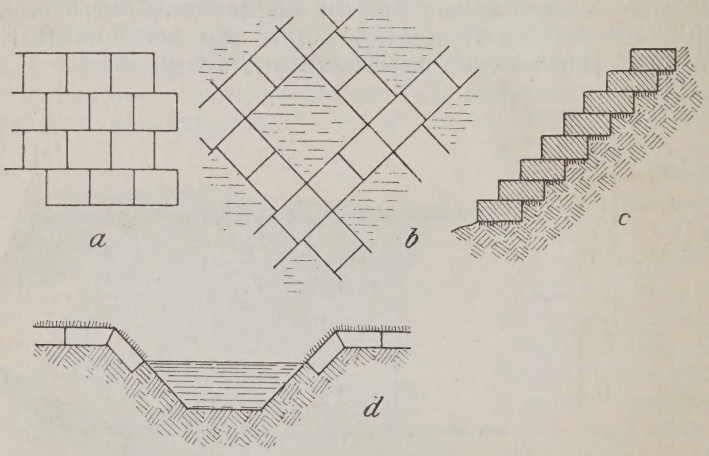


Fig. 139. Das Auflegen von Rasenplaggen.

Auf geneigter Unterlage befestigt man die Plaggen durch Holzpflöcke, oder legt die Plaggenreihen im Verbande oder in Netzform schräge (Fig. 139 b), so daß sie sich gegenseitig besser stützen. Bei dem Belegen von Grabenböschungen bis zur Wasserlinie (Fig. 139 d) sticht man den Raum für die Plaggen besonders aus, so daß eine Kante entsteht, auf die sie sich stützen können.

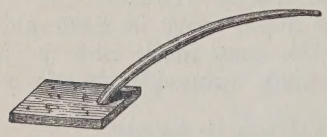


Fig. 140. Rasenklatsche.

b) Das sogleich nach dem Auflegen erforderliche **Festschlagen** der Plaggen befördert ihr Anwachsen und kann durch ein Anschlämmen mit Wasser unterstützt werden. Man verwendet zum Festschlagen die Rasenklatsche oder bei Grabenböschungen ein kurzes, mit einem Griffe versehenes Brettstück.

D. Die Bachregulierung.

§ 134. Die Bachregulierung.

1. Der **Schaden,** den ein Bach verursacht, kann auf dreierlei Weise entstehen: durch Angreifen der Ufer und der Sohle infolge zu großer Wassergeschwindigkeit, durch Absetzen von Schlamm und durch Überschwemmungen. Die ersten beiden Übelstände stehen in engem Zusammenhange, insofern die an einer Stelle von den Ufern oder der Sohle entnommene Erde an einer andern wieder als Schlamm abgesetzt wird.

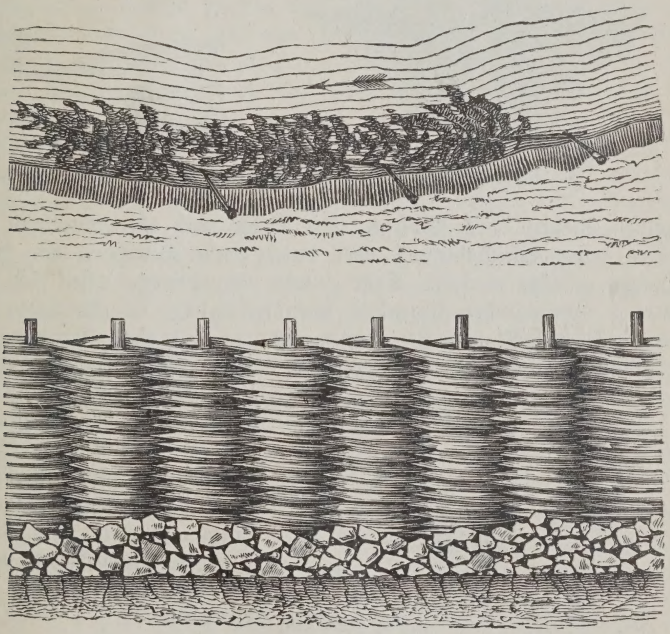


Fig. 141. Uferschutz.

2. a) Die **Abhilfe** erzielen wir bei Angriffen der Ufer und der Sohle und bei nun anderwärts erfolgendem Absatz von Schlamm durch Uferschutz und durch Verminderung des Gefälls zur Erzielung geringerer Wassergeschwindigkeit.

Den **Uferschutz** erreichen wir entweder durch Einhängen von Bäumen, welche die Strömung verlangsamen, oder durch einen Flechtzaun (Fig. 141).

Die **Verminderung des Gefälles** läßt sich durch Zusammenfassen und Unschädlichmachen (Brechen) des überschießenden Gefälles an einzelnen Punkten bewerkstelligen. Bei ganz kleinen Wasserrinnen kann man der Sohle von Strecke zu Strecke einen schrägen Abfall geben, der durch Belegen mit Rasen oder durch Pflastern vor Ausrissen geschützt wird. Bei Gräben und Bächen „bricht" man das Gefälle an

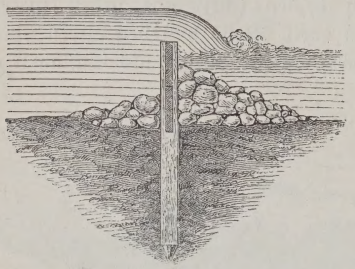


Fig. 142. Wehr.

Fig. 143. Grundwehr aus Senkfaschinen.

einzelnen Stellen durch Wehre. Die Sohle muß aber unterhalb des Wehres durch Steinschüttung oder durch einen Flutboden vor Auskolkungen geschützt werden. Sehr einfache Grundwehre lassen sich aus mehreren übereinander liegenden Senkfaschinen (Senkwürsten) errichten. Diese stellt man her, indem man in je 1 m Entfernung aus zwei Pfählen bestehende Böcke errichtet, frisches Reisig einlegt und in dessen Mitte Feldsteine packt. Mit Hülfe der Würgekette mit zwei Hebeln wird die Senkfaschine von Stelle zu Stelle „gewürgt" und mit Ruten oder Draht gebunden (Fig. 144).

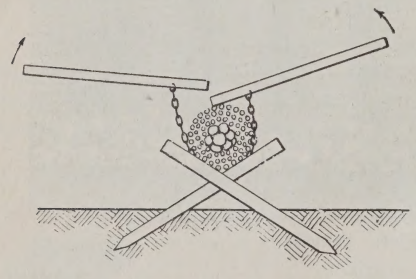


Fig. 144. Herstellung der Senkfaschinen.

b) Zur **Verhütung von Überschwemmungen der Ufergelände** sind diese durch **Deiche** zu schützen, jedoch in dieselben Auslaßschleusen einzuschalten, um bei Niederwasser das Binnenwasser auslassen zu können. Ferner kann man zur **Beschleunigung des Abflusses** den Querschnitt des Baches verbreitern oder das Gefälle vermehren, indem man an gewundenen Stellen des Bachlaufes gerade Durchstiche macht.

E. Die Entwässerung.

§ 135. Die Entwässerungsanlage.

Eine jede Entwässerungsanlage zerfällt in drei **Hauptteile:** 1. die Vorflutanlage, 2. die Stauschleuse und 3. die Anlage zur Ausnutzung der Vorflut.

1. a) Die **Vorflutanlage** hat die erforderliche Senkung des Wasserspiegels am Ausflußende der zu entwässernden Fläche zu schaffen. Sie besteht in einem offenen Graben, wenn es sich um große Wassermassen handelt, und wenn das vorliegende Gelände, durch welches die Vorflutanlage geführt werden muß, niedrig ist. Wenn mäßige Wassermengen zu bewältigen, und wenn kurze Strecken hochgelegenen Geländes zu überwinden sind, so wählt man eine Röhrenleitung. Bei sehr kleinen Wassermengen kann man auch ein Heberrohr anwenden und dadurch an Einschnitttiefe sparen. Ein Wasserhebewerk ist zu wählen, wenn die Vorflut auf natürlichem Wege überhaupt nicht zu beschaffen ist, oder wenn bei geringen Wassermengen das vorliegende Gelände einen sehr langen und darum teueren Einschnitt verlangen würde.

Ein Wasserhebewerk — unter Umständen auch eine Röhrenleitung und der offene Graben — lassen sich oft durch einen Ringgraben unterstützen, welcher, die zu entwässernde Fläche umschließend, das Außenwasser vor seinem Eintritt in dieselbe abfängt und dem Abflußkanal zuführt, besonders wenn er erst weiter unterhalb in die Vorflutanlage mündet. Der Ringgraben kann in der Regel ein bedeutendes Gefälle erhalten, weil er das Außenwasser in hoher Haltung abfangen kann. Er bekommt daher auch ein kleineres Querprofil, als ein Graben, der das in die Entwässerungsfläche schon eingetretene Wasser mit sehr geringem Gefälle durch sie hindurchleiten soll.

b) Eine andere Art der Vorflutbeschaffung bei mangelnder Vorflut ist das künstliche Aufschwemmen (die Kolmatage), durch das die Wiesenfläche selbst erhöht wird. Man leitet einen Zufluß an einen Hügel heran, dessen Erde man der Wiese zuführen will, und läßt von diesem aus das Wasser derselben zufließen. Es nimmt die von dem Hügel durch die Strömung losgerissene Erde mit, weitere Erde wirft man mit dem Spaten in das Wasser hinein, worauf dieses sie auf der aufzuschwemmenden Wiese ablagert. Durch allmähliche Veränderung der Abbruchsstelle am Hügel sowie des Zuflußgrabens kann man nach und nach eine Strecke der Wiese nach der anderen „aufschwemmen".

Bei den Abmessungen der Vorflutanlage ist auf Hochwasser, wie auf Mittelwasser (den gewöhnlichen Wasserstand) Rücksicht zu nehmen. Für beide Wasserstände ist a) die größte zulässige Höhe festzustellen und danach das verfügbare Gefälle in Rechnung zu ziehen, b) die abzuführende Wassermenge wo-

möglich durch vorhergehende Messung des alten Abflusses zu bestimmen, um dann die erforderlichen Abmessungen rechnerisch zu finden.

2. Die **Stauschleuse,** die bei der Entwässerung von Ackerland in der Regel fehlt, soll bei Wiesen die Entwässerungsanlage in ihrer Wirkung von dem Willen des Besitzers abhängig machen. Sie gestattet eine Hebung des Grundwasserspiegels in trockener Zeit, sowie nach jedem Schnitte, und ermöglicht die Benutzung der Wiese auch als Stauwiese.

3. Die **Anlage zur Ausnutzung der Vorflut** soll die Vorflut gewissermaßen in die ganze Fläche zurückverlegen und überall Tiefpunkte schaffen, nach denen behufs der Senkung des Grundwassers dasselbe abfließen kann. Sie besteht aus offenen Gräben oder aus Drainage. Offene Gräben wendet man bei Wiesen an, da sie weniger Gefälle gebrauchen, da die zur Drainage zu verwendenden

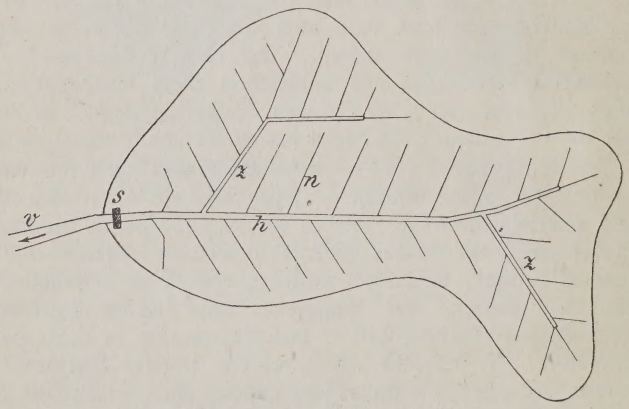


Fig. 145. Grabennetz einer Wiese.

Röhren sich in moorigem Wiesenboden schlecht verlegen lassen, da die Störung des Verkehrs auf der Fläche durch offene Gräben bei Wiesen nicht ins Gewicht fällt, und da ihre Herstellung billiger ist. Die aus vielen Röhrenleitungen an Stelle der offenen Gräben bestehende Drainage verwenden wir auf Ackerland, obwohl sie teuerer als die Herstellung offener Gräben ist, weil der Verkehr auf dem Felde durch diese zu sehr gestört werden würde, weil für die Röhren sowohl eine sichere Unterlage, als auch das nötige Gefälle vorhanden zu sein pflegen, und weil die offenen Gräben dem Ackerbau viel Land entziehen.

§ 136. Das Grabennetz.

1. Die **Teile** eines Grabennetzes sind die Hauptgräben, die Zweighauptgräben und Nebengräben. Die Hauptgräben (Fig. 145 h) dienen

zur Ableitung des von den Nebengräben gesammelten Wassers; ihre Abmessungen werden der Menge desselben angepaßt. Die Hauptgräben werden mit geringem Gefälle durch die tiefsten Punkte der Fläche geführt, um möglichst viel Gefälle für die Nebengräben übrig zu lassen. Die Zweighauptgräben z sind Abzweigungen der Hauptgräben und werden wie diese angelegt. Sie sollen entweder das Wasser der Nebengräben in seitwärts belegenen Ausbuchtungen der Wiese aufnehmen oder an breiteren Stellen die Nebengräben durchschneiden, da zu lange Nebengräben, wenn sie im Sommer verwachsen, die Fläche schlecht entwässern. Die Nebengräben n dienen zur Ansammlung des Wassers aus der ganzen Fläche, halten die Oberkrume der Wiese trocken und verhindern die Entstehung von Humussäuren. Sie werden in festem Boden 0,5 m, in leicht sich zusammenschiebendem Moore nicht unter 1 m breit (im Wasserspiegel) angelegt. Die Nebengräben laufen in spitzem Winkel auf die Hauptgräben zu. Man legt die Nebengräben möglichst in das Hauptgefälle der Fläche. Die gegenseitige Entfernung richtet sich nach ihrer Tiefe und nach der vorhandenen Nässe (und beträgt 25—40 m).

2. Die **Unterhaltung** der Gräben erfordert während des Sommers ein mehrmaliges Auskrauten und Räumen der Hauptgräben und der Zweighauptgräben, um die ganze Fläche möglichst trocken zu halten, sowie eine jährliche Räumung aller Gräben, die sich wegen des sonst zunehmenden Verwachsens der Gräben billiger stellt, als eine nach mehrjähriger Pause vorgenommene Räumung.

§ 137. Die Drainage.

1. Die **Drains** oder Drainstränge sind Gräben, deren Sohle man so mit einem Material füllt, daß das Wasser auf derselben abfließen

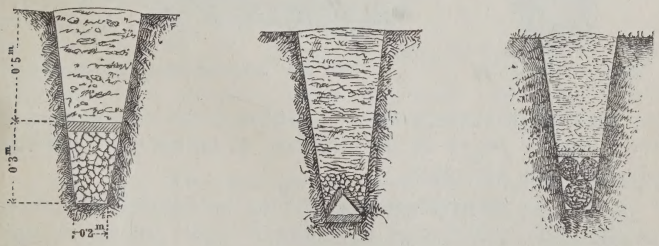


Fig. 146. Stein- und Faschinendrains.

kann, und die darüber mit Erde zugedeckt werden. Als Material zur Füllung der Grabensohle verwendet man Feldsteine, Faschinen oder Thonröhren und bezeichnet danach die Drains als Steindrains (Rasseldohlen), Faschinendrains oder Röhrendrains. An Stelle

der Thonröhren kann man, wenn man guten faserigen Torf besitzt, Torfröhren (Fig. 147) anwenden, deren jede aus zwei einzeln gestochenen und getrockneten, halbcylinderförmigen Hälften zusammengesetzt wird. Die in der Regel nur in geringer Menge vorhandenen Steine und Faschinen verwendet man zu der Entwässerung einzelner nasser Stellen, die in Drainröhrenfabriken hergestellten Thonröhren bei der Entwässerung ganzer Felder.

Die Tiefe der Drainröhren beträgt, der Frostgefahr wegen, nicht unter 1 m und, der schwierigen Herstellung wegen, nicht über 1,5 m; die gegenseitige Entfernung wechselt (von 10—30 m) je nach Boden und Tiefe. Das Gefälle wählt man (gern 1 : 100, mindestens 1 : 150) in jedem Falle möglichst groß, um an Röhrenweite zu sparen, die sich nach der Größe der zugehörigen Fläche und dem Gefälle richtet.[1]) Die zweckmäßige geringste Röhrenweite ist 4 cm. Durch die Vermeidung kleinster Röhrenweiten und geringsten Gefälles wird in den Drains eine Geschwindigkeit des Wassers eingehalten, die das Versanden verhütet.

Fig. 147. Torfdrains.

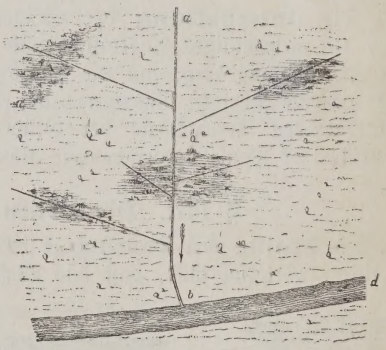


Fig. 148. Drainage nasser Stellen.

Der Ersatz einer weiteren Röhre durch mehrere dicht nebeneinander liegende engere ist zu vermeiden, da bei geringem Wasserzufluß einzelne derselben versanden.

2. Bei der **Einteilung** der Drains unterscheidet man Sammler (Sammeldrains) und Sauger (Saugdrains); oft nennt man auch den

[1]) Im landwirtschaftlichen Kalender von Mentzel und v. Lengerke, II. Teil, befindet sich eine Tabelle, aus der man entnehmen kann, welche Fläche ein Kaliber zu entwässern vermag. Hierbei ist eine durchschnittliche jährliche Regenhöhe zu Grunde gelegt. Bei stark abweichender Regenhöhe eines Ortes müßte die Röhrenweite größer oder kleiner gewählt werden.

aus der Vereinigung mehrerer Sammler entstehenden Drain „Hauptdrain". Jeden Sammler mit den dazu gehörigen Saugern nennt man ein System (Fig. 149). Die Sauger haben den Zweck, das Wasser aus der Fläche herauszuziehen und den Sammlern zuzuführen. Die Sammler führen das Wasser von den Saugern nach einem Vorflutgraben oder einem Hauptdrain hin. Ihre Verbindung mit den Saugern geschieht in der Weise, daß sie von denselben oberhalb gekreuzt werden (Fig. 150).

Das Wasser tritt in die Sauger nicht durch die Röhrenwandung, sondern durch die Stoßfugen ein, daher die Röhren in der Regel ohne Fugendichtung (Muffen) zu verlegen sind. Da die Sauger an Länge die Sammler um ein vielfaches übertreffen, so muß bei ihnen gerade an Röhrenweite gespart werden; man giebt ihnen daher das größte Gefälle, indem man sie in das Hauptgefälle der Fläche (senkrecht zu den Höhenschichtenlinien) legt (Fig. 149). Nur bei stark quelligem Gelände legt man an der Grenze einen Sauger als Kopfdrain wagerecht vor, um das zufließende Grundwasser abzufangen. Auf die Sammler sollen die Sauger in spitzem Winkel zustoßen (Fig. 149), und es soll zur Verhütung von Störungen im Abfluß auch ein Zusammentreffen der Mündungen von zwei Seiten an derselben Stelle vermieden werden (Fig. 149). Die oberen und unteren Enden der Sauger sind durch passende kleine Feldsteine oder durch zugepaßte Dachsteinstücke zu schließen.

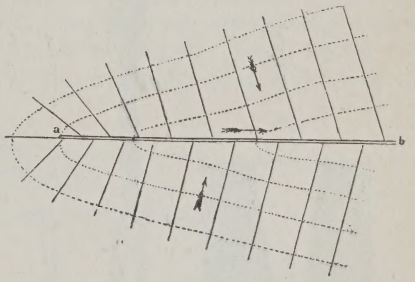


Fig. 149. Drainsystem.

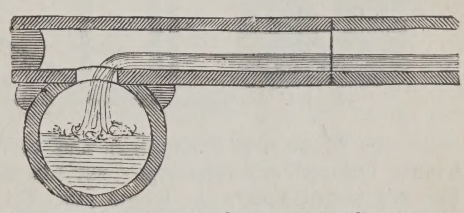


Fig. 150. Verbindung der Sauger mit den Sammlern.

Besondere Vorrichtungen erfordern die Ausmündungen der Sammler in einen offenen Graben, da das Einkriechen von Tieren verhindert werden muß. Man verpackt die Mündungen mit Steinen oder Strauch, um das Wasser dazwischen austreten zu lassen. Besser sind Klappen, die sich bei Wasserabfluß von selbst nach oben öffnen, weil sie das Hinausspülen von Sand und von Algen gestatten.

3. Bei der **Ausführung** einer Drainage läßt man zuerst die Gräben von unten nach oben ausheben, indem die Ackerkrume und

der Untergrund auf verschiedenen Grabenufern niedergelegt werden. Um die Gräben zur Ersparnis an Erdarbeit möglichst schmal machen zu können, bedient man sich dabei für den untersten Spatenstich eines Drainspatens (Fig. 151). Die Sohle des Draingrabens wird hierauf mit dem Schwanenhals ausgeglichen und darauf der Röhrenstrang mit der Hand von dem im Graben stehenden Arbeiter oder von oben aus mit dem Legehaken — vom oberen Grabenende nach dem unteren fortschreitend — gelegt. Dem Röhrenlegen folgt sofort das Eindecken mit Untergrund, unter Zurückbehalten aller Steine, und obenauf mit Ackerkrume.

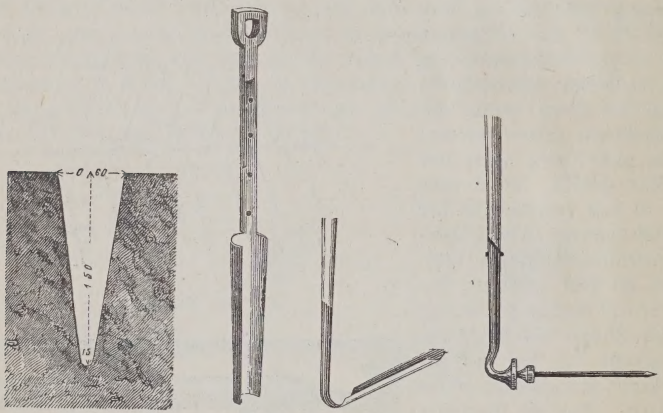


Fig. 151. Draingraben, Drainspaten, Schwanenhals und Legehaken.

Um Bäume und Hopfengärten muß dabei die Drainage in 6 m Entfernung herumgeführt, Wege dürfen nur von Sammlern gekreuzt werden, die hier mit starken Röhren zu belegen sind. In Triebsand und Moor müssen die Röhren auf Latten (Schwarten) oder Kiesbett gelagert werden. In Triebsand kann man die Fugen auch durch übergeschobene weitere Röhren dichten.

F. Die Bewässerung.

§ 138. Zweck und Erfordernisse der Bewässerung.

1. Die auf Wiesen oft angewendete Bewässerung hat den **Zweck,** die Wiese anzufeuchten, zu düngen, Nachtfröste zu verhüten und schädliche Tiere (z. B. Mäuse) zu vertreiben.[1])

[1]) In neuerer Zeit hat man durch Bewässerung der Weinberge in Frankreich und Ungarn die Reblaus erfolgreich bekämpft.

Die **Düngung der Wiese durch das Wasser** gründet sich auf die Absorption der in ihm gelösten Pflanzennährstoffe durch den Boden, sowie auf Niederschlagen der „schwebenden Teilchen". Je kleiner ein Bodenteilchen ist, um so größer ist seine Oberfläche im Verhältnis zu seinem Gewichte (Bodenkunde S. 53, § 36). Die feinen schwebenden Teilchen, unter denen sich auch viele besonders leichte Humusstückchen befinden, können also, da sie dem Stoße des fließenden Wassers eine große Oberfläche bieten, leicht von demselben mitgenommen werden. (Staub wird sogar vom Winde mitgeführt.) Die schwebenden Teilchen sind deshalb sehr wertvoll, weil sie einerseits aus guten, durch das Wasser von den Dungstätten, aus der Ackerkrume u. s. w. mitgespülten Stückchen, besonders aus Humusteilchen, bestehen und weil sie andererseits lange Zeit in allseitiger Berührung mit dem Wasser verharrt und sich dessen gelöste Pflanzennährstoffe durch Absorption angeeignet haben.

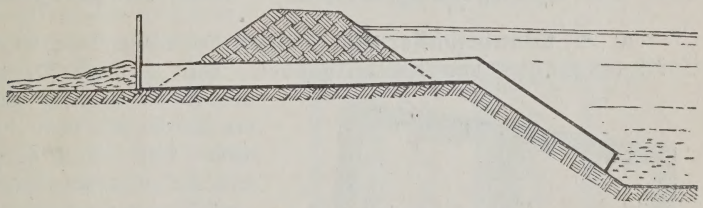


Fig. 152. Entnahme schlickreichen Wassers.

2. a) Bezüglich der **Erfordernisse der Bewässerung** soll das **Wasser** an gelösten Nährstoffen und schwebenden Teilchen reich und außerdem warm sein. Aus Wäldern, aus sauren Mooren und aus kalten Quellen stammendes Wasser muß erst längere Zeit mit der Luft in Berührung gewesen sein. Nachteilig ist ein Wasser, welches aus chemischen Fabriken Pflanzengifte aufgenommen hat. Bei der Entnahme von Wasser aus Flüssen empfehlen sich heberartig gebogene Rohre (Fig. 152), die das Wasser aus der untersten, viel schwebende Teilchen führenden Wasserschicht entnehmen. (Die für 1 ha erforderliche Wassermenge beträgt bei Rieselung in der Sekunde 16 l, obwohl größere Mengen bis zu 40 l erwünscht sind.) Bei nur kleinen verfügbaren Mengen wässert man abteilungsweise, oder sucht dasselbe Wasser mehrmals auf verschiedenen Stellen zu benutzen. Das Wasser muß ferner in genügender Höhenhaltung vorhanden sein, um die Wiese zu beherrschen. Oft kann man durch Stauwehre, oder Hebewerke, welche zweckmäßig durch Wind oder durch den Bach, aus dem man das Wasser entnimmt, selbst getrieben werden, das Wasser auf die notwendige Höhe bringen. Bei Bächen mit starkem Gefälle entnimmt

man aus diesen das Wasser auch durch einen Zuleitungsgraben mit geringem Gefälle und erzielt die Höhenhaltung durch die Gefällersparnis.

b) Der **Boden** soll womöglich durchlassend (Kies, Sand) sein; weniger geeignet sind Lehm und Moor, ungeeignet ganz schwerer Lehm.[1])

3. **Heuabfuhrwege** sind bei Einrichtung von Wässerungswiesen nicht zu vergessen, da sonst die zahlreichen Gräben durch die Wagen beschädigt werden.

4. Eine kräftige **Entwässerung** darf bei einer Bewässerungsanlage nicht außer acht bleiben, da sonst künstlich saure Sümpfe geschaffen werden, auf denen zwar viel, aber nur geringes Futter wächst.

§ 139. Die Bewässerungsweisen. — Wässerungsregeln.

1. a) Die **Staubewässerung** entnimmt das Wasser durch einen Zuleitungsgraben und Verteilgräben, hält es durch Deiche und Stauschleusen auf der Wiese fest und entwässert diese darauf durch reichlich vorhandene Entwässerungsgräben, deren Wasser ein Ableitungsgraben fortführt. Die Vorzüge bestehen in den geringen Anlagekosten, sowie darin, daß die schwebenden Teilchen sich in dem ruhigen Wasser am reichlichsten niederschlagen können; die Nachteile in der geringen Ausnutzung der im Wasser gelösten Nährstoffe, sowie in der Langsamkeit, mit der das Füllen und das Entleeren der Stauabteilungen erfolgt. Vorbedingung ist eine ebene Wiesenfläche, da bei dieser die anderen Wässerungsweisen Schwierigkeiten machen, während bei unebenem Gelände gerade das Stauen zahlreiche Stauabteilungen erfordert. Bei ebenen Flächen werden hohe Deiche und kostspielige Schleusen, zu große erforderliche Wassermengen und eine zu hohe, die

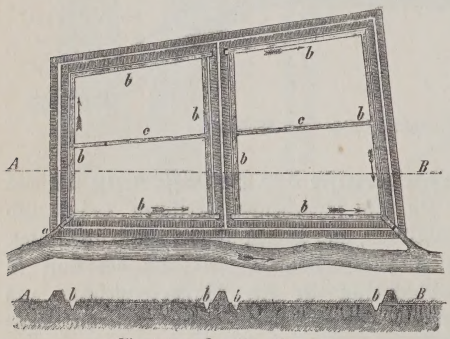


Fig. 153. Staubewässerung.

[1]) Sehr schwere undurchlassende Böden verlangen zur Verhütung von Säurebildung besondere Vorsicht beim Wässern.

Luft absperrende Wassersäule über der Wiese vermieden. Besondere Vorsicht erfordert das Stauen im Sommer bei wachsendem Grase, insofern dasselbe zur Verhütung des Verschlämmens der Pflanzen nur in dem „Einstau in die Gräben" bestehen darf.

b) Die **Berieselung** entnimmt das Wasser durch den Zuleitungsgraben, aus dem es durch Verteilgräben den Rieselrinnen zugeführt wird, über deren Kante es breit überschlägt, um in dünner Schicht über die geneigte Fläche zu rieseln. Durch die Entwässerungsrinnen aufgenommen und in den Sammelgräben gesammelt, wird es durch einen Ableitungsgraben entfernt. Die Vorzüge der Berieselung beruhen darauf, daß die Ausnutzung der im Wasser gelösten Nährstoffe bei dem in dünner Schicht über den Boden rieselnden Wasser reichlicher als bei Überstauung erfolgt, daß ferner ohne Schaden für die wachsenden Gräser jederzeit wenigstens schwach gerieselt werden kann. Als Nachteil hat die Kostspieligkeit der Anlagen zu gelten.

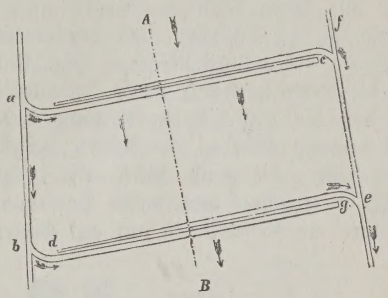


Fig. 154. Hangbau.

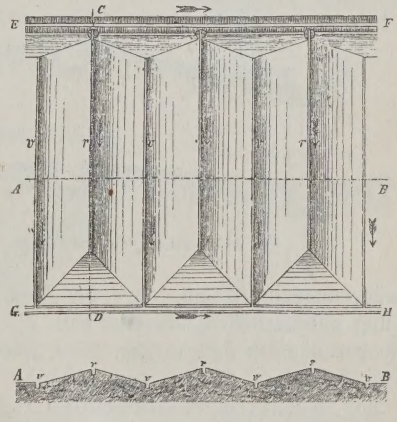


Fig. 155. Rückenbau; Grundriß und Querprofil.

Bei den Rieselanlagen haben wir zwei Arten, den Hangbau und den Rückenbau, zu unterscheiden. Der **Hangbau** beläßt die Fläche in ihrer ursprünglichen Neigung (Figur 154 A B) und schneidet nur die Be- und Entwässerungsgräben ein. Werden dabei alle Gräben in möglichst geraden Linien gezogen und der Boden zwischen den Be- und Entwässerungsrinnen sorgfältig in der erforderlichen Neigung geebnet, so spricht man von künstlichem Hangbau; schmiegen sich die Rinnen der vorhandenen Gestaltung des Geländes an und benutzt

man die natürliche Neigung zwischen Be- und Entwässerungsrinnen, so nennt man dies natürlichen Hangbau.[1]) Der Hangbau wird bei stärkerem Gefälle als 2 % angewendet, bei geringerem Gefälle der **Rückenbau,** bei dem die ganze Fläche in lauter Rücken gelegt wird, auf deren First die Rieselrinnen laufen (Fig. 155). Indem sich nämlich die Fallhöhe (das absolute Gefälle, § 120, S. 170) auf die Breite des halben Rückens (Fig. 155, Querprofil) verteilt, kann man die Neigung durch Wahl schmalerer Rücken beliebig vermehren, ohne daß die ursprüngliche Neigung der ganzen Fläche dabei in Betracht kommt. Werden die Rücken bei Anlage der Fläche regelmäßig ausgearbeitet, die ganze Wiese also in gleichmäßige kurze Rücken umgebaut, so bezeichnet man dieses Verfahren als Kunstrückenbau; dämmt man nur die Rieselrinnen auf den Rückenfirsten auf und schneidet die

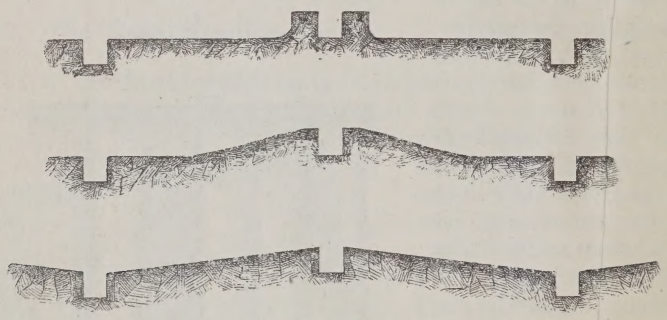


Fig. 156. Allmähliche Ausbildung natürlicher Rücken.

Entwässerungsrinnen ein, ohne die Fläche dazwischen in gleichmäßiger Neigung auszuarbeiten, überläßt man also diese Arbeit dem Schlammabsatz der nächsten Jahre (Fig. 156), führt man ferner die Rücken in langen, beliebigen Linien, dem Gelände angeschmiegt, auf, so spricht man von natürlichem Rückenbau. Man kann auch bei langen, breiten, natürlichen Rücken auf dem First einen größeren Verteilgraben ausheben und zu dessen Seiten rechts und links erst die aus ihm zu speisenden Rieselrinnen einschneiden. Der natürliche Rücken- und Hangbau erspart dem künstlichen gegenüber sehr viel Herstellungskosten, gestattet freiere Verfügung über die Einzelheiten der Anlage und erleichtert die Einrichtung von Heuabfuhrwegen. Die nicht sofort auszuarbeitenden Flächen rieseln sich in 4 bis 6 Jahren voll.

[1]) Man kann zwischen Be- und Entwässerungsrinnen noch besondere Rinnen einschneiden, welche das über die obere Hälfte des Hanges geflossene Rieselwasser nochmals sammeln und gleichmäßig über die untere Hälfte verteilen.

c) Die **Petersen'sche Bewässerungsanlage** ersetzt alle Entwässerungsgräben durch Drainage; die Bewässerungsgräben sind dagegen dieselben, wie bei Hangbau (Fig. 157), nur fehlt der Verteilgraben. Die Saugdrains liegen nicht, wie sonst bei Drainage, im Hauptgefälle der Fläche, sondern wagerecht und parallel den Rieselrinnen g; die Sammeldrains haben ferner nicht ein geringes, sondern das Flächengefälle. Je zwei Sauger münden auch einander gegenüber in den Sammler ein (Fig. 157a), und unterhalb jeder Einmündungsstelle (Fig. 157 d) befindet sich ein Verschluß (Fig. 157e), der mit einer Kette (Fig. 157e, Fig. 158h) geöffnet werden kann. Bei der Wässerung werden die Verschlüsse geschlossen, so daß das Wasser den Boden vollständig erfüllt. Dabei dringt es nach Anfüllung der obersten Wiesenabteilung in den Saug- und Sammeldrains bis zum Verschluß, steigt (Fig. 158t) in dem Verschlußkasten in die Höhe und dringt zu den Schlitzöffnungen desselben oben heraus, um in die zweite Rieselrinne zu gelangen und so eine neue Abteilung zu wässern. Durch

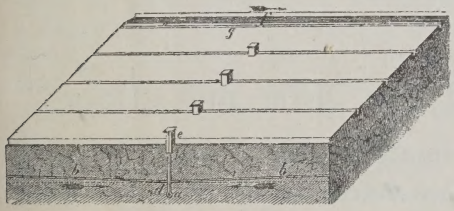


Fig. 157. Petersen'sche Bewässerungsanlage.

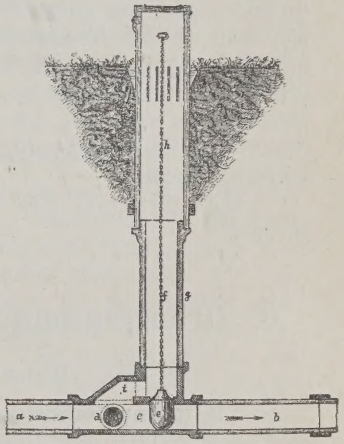


Fig. 158. Petersen'scher Drainverschluß.

Öffnen der Verschlüsse kann dann eine sehr kräftige Entwässerung bewirkt werden. Der Vorteil der Petersen'schen Anlage beruht auf der Möglichkeit vollster Ausnutzung der im Wasser gelösten Pflanzennährstoffe und der schwebenden Teilchen, auf der sparsamen Wasserbenutzung durch vollständige Beseitigung des Abflusses, sowie auf der folgenden kräftigen Entwässerung und Durchlüftung. Ein wesentlicher Nachteil sind die sehr großen Kosten der Anlage.[1])

[1]) Petersen war Landwirt in Wittkiel bei Kappeln in Schleswig. Der Grundgedanke seiner Anlagen ist übrigens in sehr verschiedener, oft an Spielerei grenzender Weise verwendet worden.

2. Die **Vorschriften** für eine vernunftgemäße Wässerung müssen streng eingehalten werden, wenn die guten Gräser und die Güte und Menge des Heues nicht darunter leiden sollen.

Die eigentlich düngende Bewässerung fällt in den Herbst und das Frühjahr, weil dann viel und dungkräftiges Wasser verfügbar ist und die nicht im Wachstum stehenden Gräser eine längere Wässerung gestatten. Die anfeuchtende Rieselung findet im Sommer, und zwar, um das Verschlämmen des Grases zu verhüten, bei Rieselanlagen mit wenig Wasser, das Anstauen bei Stauwiesen nur nach jedem Schnitt, sonst bei beiden Anlagen nur durch Einstau in die Gräben statt. Im Frühjahr wird in Nächten, in denen Frühjahrsfröste zu befürchten sind, leicht gerieselt oder angestaut.

Die Zeitdauer jeder einzelnen Wässerung ist sorgfältig zu bemessen. Um die guten Gräser durch Absperren der Luft nicht zu schädigen, ist bei Rieselwiesen nach einigen Tagen die Rieselung für kurze Zeit abzustellen, bei Stauwiesen das Anstauen auf die Dauer höchstens eines Monates zu beschränken. Jedenfalls ist das Wasser schleunigst zu entfernen, sobald aufsteigender Schaum eine beginnende Fäulnis anzeigt. Nach gründlicher Durchlüftung kann die Wässerung wiederholt werden.

Vor Eintritt des Frostes ist die Wiese möglichst trocken zu machen.

G. Urbarmachung von Acker und Moor.

§ 140. Urbarmachung des Ackers.

Die **Urbarmachung des Ackers** vollzieht sich a) durch Entfernung von Hindernissen des Pflanzenbaues, b) durch „Thonbrennen" und c) durch Anregung des neu umgebrochenen Bodens zu chemischer Thätigkeit.

a) Die **Hindernisse** des Pflanzenbaues bestehen in Steinen, Baumstöcken und Heidekraut. Steine werden — erforderlichenfalls nach vorangegangenem Sprengen — abgefahren oder in Gruben versenkt. Kleine Steine werden gelegentlich in kleinen Haufen gesammelt und dann abgefahren. Baumstöcke werden mit Hülfe von Hebebäumen nach Umgrabung und Durchschneidung der stärksten Wurzeln herausgehoben. Man kann sie auch durch Sprengen beseitigen. Heidekraut kann durch Abbrennen in trockener Zeit vertilgt werden.

b) Sehr schwerer zäher Lehmboden, der in manchen Gegenden Thonboden genannt wird, kann durch **Erhitzen** eine größere Lockerheit und eine bessere Zersetzlichkeit seiner Pflanzennährstoffe erlangen. Man

errichtet aus billigst beschafftem Brennmaterial in trockener Zeit auf dem Felde viele Haufen von 1 m Höhe, bedeckt sie ganz schwach mit Erde und zündet sie an, worauf man, wenn sie in vollem Brande sind, so viel Erdschollen heraufwirft, als sie irgend erhitzen können. Womöglich erhitzt man so eine 10 cm hohe Erdschicht und verteilt sie dann gleichmäßig, um sie einzupflügen.

c) Zur **Anregung** neu in Kultur genommenen Bodens dient die vor Winter erfolgende Lockerung mit dem Pfluge, welche ein Durchlüften zur Entfernung schädlicher Verbindungen, der Humussäuren und des Eisenoxyduls, sowie ein Durchfrieren zu besserer Lockerung bezweckt. Die Beseitigung von Humussäuren und Eisenoxydulverbindungen kann aber auch durch eine Kalkdüngung auf neu umgebrochenen Feldern gefördert und gleichzeitig die chemische Thätigkeit des Bodens angeregt werden. Desgleichen ist für umgebrochenes humusreiches Wald-, Heide- und Wiesenland die Düngung mit Phosphorsäure und Kali wesentlich, die in Verbindung mit dem im Humus enthaltenen Stickstoff den Pflanzen ein sehr günstiges Nährstoffverhältnis bietet.

§ 141. Hoch- und Niederungsmoore.

1. **Hochmoore** oder Torfmoore, wie sie von der Elbe bis zum Rhein in großer Ausdehnung vorkommen, entstehen an beliebigen quelligen Stellen, oft auf Bergen (z. B. auf dem Brocken), durch Anhäufung abgestorbenen Mooses, besonders des Torfmooses. Da die Masse schwammähnlich Wasser aufsaugen kann, so entsteht über jeder absterbenden Schicht eine neue. Der Gehalt an Pflanzennährstoffen, besonders an Mineralstoffen, ist — der Zusammensetzung des Mooses entsprechend — ein sehr geringer, umsomehr, als jede lebende Schicht den unteren abgestorbenen das vorhandene Wenige an mineralischen Stoffen immer wieder entzieht, und das Wasser nicht viel nachliefert. Bemerkenswert ist der dem Humus eigene, verhältnismäßig hohe Gehalt an Stickstoff. Bei dem Mangel an Durchlüftung pflegt dagegen der Gehalt an Humussäuren ein sehr hoher zu sein. Das Gefüge des Hochmoors ist, der faserigen Beschaffenheit des Mooses und der unvollkommenen Zersetzung gemäß, ein sehr loses.

2. Die **Niederungsmoore** oder Grünlandsmoore entstehen in Wasserbecken oder in Überschwemmungsgebieten aus Anhäufungen abgestorbener Pflanzen und Tiere und aus den von Flüssen und Bächen zugeführten und in dem ruhigen Wasser niedergeschlagenen schwebenden Teilchen. Der Gehalt an Pflanzennährstoffen richtet sich nach der Beschaffenheit des Wassers — und damit auch nach der der Pflanzen (Moose, Wasserpflanzen und Gräser) und Tiere — sowie nach der Menge und Güte der zugeführten Erdteilchen; er kann unter Umständen ein

sehr hoher sein. Besonders verschieden ist der Kalkgehalt, der selbst bis zum Übergang in reinen Wiesenkalk steigen kann. Der Gehalt an Stickstoff ist gewöhnlich ein hoher, nicht so der an Phosphorsäure und Kali. Der Gehalt an Humussäuren ist während der Bedeckung mit Wasser ein hoher, doch werden dieselben nach der Entwässerung durch den vorhandenen Kalk und andere Basen bald neutralisiert (abgestumpft). Das Gefüge des Niederungsmoores ist je nach der vorgeschrittenen Zersetzung und nach der Menge der zugeführten Erdteilchen ein weniger loses, als das des Hochmoors.

Übergänge vom Hochmoor zum Niederungsmoor sind der Natur der Sache nach in allen Abstufungen vorhanden, so daß eine strenge Scheidung derselben nicht möglich ist.

§ 142. Die Deckkultur der Niederungsmoore.

1. Die **Deckkultur** leitet ihren Namen davon her, daß man das Moor nach der Entwässerung mit einer Sanddecke versieht, welche als Ackerkrume bearbeitet und gedüngt, nicht aber mit dem Moor gemischt wird.

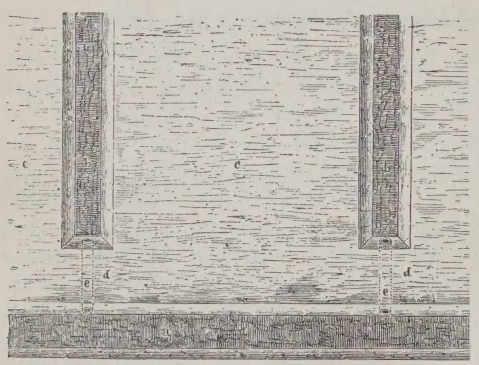


Fig. 159. Anschluß der Seitengräben an den Hauptgraben.

2. a) Die **Entwässerung** muß bis zu der Tiefe von 1 m unter der Erdoberfläche für Ackerland und von 40 cm für Wiese erfolgen. Besondere Vorsicht erfordert dabei das nach der Entwässerung stattfindende Setzen des Moores, welches so bedeutend sein kann, daß man die Entwässerungsanlage zur Verhütung einer Versumpfung immer wieder vertiefen muß.[1]) Da Niederungsmoore mit mehr als 10 m

[1]) Man rechnet in den ersten hundert Jahren auf ein Setzen in folgender Weise:

Mächtigkeit des Moores	Senkung bei festem Moor	Senkung bei losem Moor
1 m	0,25 m	0,35 m
3 „	0,50 „	0,70 „
5 „	0,75 „	1,00 „

Moorstand beobachtet sind, so kann das Setzen in sehr beträchtlicher Weise erfolgen. Die Tiefe der Gräben richtet sich nach der erforderlichen Entwässerungstiefe. Sollen sie bei geringem Moorstande in den Untergrund des Moores eingeschnitten werden, um die Erde für die Deckschicht zu liefern, so erhalten sie oft große Abmessungen. Die gegenseitige Entfernung der Gräben wechselt nach deren Tiefe (von 25 bis 45 m).[1] Das Grabennetz besteht aus dem Hauptgraben und den Seitengräben. Die letzte Strecke der Seitengräben am Hauptgraben wird mit Röhren belegt und wieder zugedeckt, so daß ein Querbeet entsteht, welches die Bestellung und den Verkehr sehr erleichtert (Fig. 159). Die Böschung der Gräben wird zweckmäßig durch Weiden (Mandelweiden) ausgenutzt, welche gleichzeitig die aufgebrachte Deckschichterde vor Verwehen in die Gräben schützen.

b) Die **Deckschicht** hat den Zweck, das Moor im Winter durch ihr Gewicht vor dem Auffrieren, im Frühjahr vor Nachtfrösten, im Sommer durch Erschwerung des Aufsteigens der Feuchtigkeit bis zur Erdoberfläche vor dem Austrocknen und Hartwerden zu schützen;

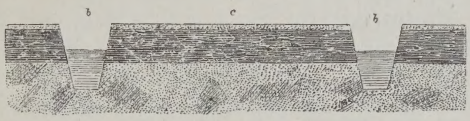


Fig. 160. Entnahme des Sandes c aus der Grabensohle b.

auch soll das Moor behufs besserer Zersetzung etwas zusammengedrückt werden; endlich soll die Deckschicht, wenn möglich, noch Nährstoffe mitbringen. Das Material soll schwer, lose und nährstoffhaltig und zur Verhütung von Schäden widerstandsfähig gegen Verwehen durch Wind sein, ferner auch die Luft zu dem Untergrund durchlassen, so daß wir am besten gröberen Sand wählen. Die Anforderung, nicht in den Untergrund zu versinken, wird freilich von dem bindigen Lehm besser erfüllt, als vom Sand, doch lehrt die Erfahrung, daß auch Sand bei genügender Dicke der Deckschicht nicht einsinkt. Ein Mischen der Deckschicht mit dem darunter befindlichen Moor — wie die Verwendung moorigen Sandes — ist streng zu unterlassen, da der Sand alsdann leicht völlig versinkt, die neu gebildete Oberkrume dabei zu leicht wird und somit das Moor nicht mehr in zweckdienlicher Weise zusammendrücken kann. Die Entnahme des Sandes kann aus der Grabensohle oder von Sandbergen am Ufer des Moores aus erfolgen. Die Entnahme des Sandes aus der Grabensohle (Fig. 160) ist nur dann

[1] Die Fläche zwischen zwei Gräben wird oft als Damm bezeichnet, daher auch der Name „Dammkultur" für Deckkultur.

möglich, wenn der Moorstand nicht zu mächtig (bis 1 m) ist, und wenn der Sand keinen Schwefelkies enthält, der an der Luft zu Schwefelsäure, schwefliger Säure und Eisenoxydul zerfällt und damit giftig wirkt. Das Vorhandensein des oft nesterweise auftretenden Schwefelkieses kann man nur durch Entnahme zahlreicher Proben an vielen Stellen erkennen, indem man die Proben in Blumentöpfen mit Hafer ansäet und dessen Wachstum beobachtet. In schwefelkieshaltigem Sande wächst er nicht fort. Die Dicke der Deckschicht soll (lose aufgeschüttet gemessen) nicht unter 12 cm — auch bei Wiesen — betragen; bei Ackerland wählt man sie bis 17 cm stark. Bei geringerer Mächtigkeit sinkt die Deckschicht leicht unter, bei größerer dringen die Wurzeln zu schwer bis zum Moor durch.

c) Die **alte Vegetationsschicht** des Moores wird entweder mit dem sorgfältig auszubreitenden Mooraushub aus den Gräben gemischt und dann ohne weiteres mit Sand eingedeckt, oder sie wird, wenn der Mooraushub fehlt (zur Torfgewinnung oder zum Ausfüllen von Vertiefungen benutzt wird), flach geschält und dann mit Sand bedeckt. Sie zersetzt sich dann erfahrungsgemäß leicht.

d) Die **Düngung** geht von dem Grundsatze aus, daß das Moor zur Ernährung der Pflanzen wesentlich beitragen soll. Die Erfahrung lehrt, daß das Moor alle Pflanzennährstoffe enthält, besonders auch Stickstoff, daß aber Phosphorsäure und Kali fehlen. Man verwendet daher zunächst keinen Stalldung, der durch Humusbildung in der Deckschicht, durch Veränderung der Schwere und der Farbe derselben sogar schädlich wirken kann. Durch künstlichen Dung wird zunächst die Phosphorsäure ersetzt und zwar nicht in Superphosphaten, da die Absorptionskraft des Sandes und besonders des Moores für Phosphorsäure oft eine ganz geringe ist, da also die Gefahr von Verlusten vorliegt, und da andererseits die Zersetzung von schwerer löslichen Phosphaten in Mooren leicht vor sich geht. Man verwendet unaufgeschlossenes Knochenmehl, Thomasschlacke und selbst Phosphoritmehl. Für die Kalidüngung gelten dieselben Regeln, wie auf anderen Böden.[1]) Auf kalkarmen Niederungsmooren düngt man dazu mit Ätzkalk und kann durch sehr starke Ätzkalkgaben auch die Zersetzungsreste des Schwefelkieses unschädlich machen. Die Unterbringung der Düngung, deren erste Gabe auf den vorher aufgebrachten Sand gestreut wird, geschieht mit dem Pfluge.

3. Die **wirtschaftliche Benutzung** erstreckt sich auf Niederlegung zur Wiese, wenn der Bedarf an Futter groß ist, oder wenn sich nur

[1]) Man mischt — der Erfahrung folgend — auf Wiesen gern Thomasschlacke und Kainit im Verhältnis von 2:3. Im übrigen folgt man den Regeln der Statik.

eine geringe Entwässerungstiefe erzielen läßt, andernfalls auf Ackerbau. Dabei lassen sich alle, auch die angreifendsten Pflanzen verwenden, doch bevorzugt man Tiefwurzler, welche das Moor besser ausbeuten und lockern. Besondere Beachtung verlangt das Unkraut, welches sehr leicht überhand nimmt und daher auf jede Weise zu bekämpfen ist.

4. Die **Bedeutung** der Deckkultur liegt nicht nur in der Umwandlung wertloser Flächen in wertvolle, sondern auch in ihrem Einfluß auf die dazu gehörende Wirtschaft auf Mineralboden. Ohne derselben eine Fuhre Stalldung zu entziehen, versorgt das Moor sie nach Herstellung der Deckkultur mit Futter, Stroh und Körnern, so daß der Viehstand und der Düngungszustand sich in ausgezeichneter Weise heben lassen.[1])

§ 143. Die Mischkultur der Hochmoore.

1. Der **Unterschied zwischen Deck- und Mischkultur** beruht darauf, daß bei ersterer die Ernährung der Pflanzen — von Phosphorsäure und Kali abgesehen — von dem Moore gewährleistet wird, daß also die Decke nach erfolgter Entwässerung nur als „Standortsverbesserung" wirken soll. Finden wir keinen sandigen Boden, sondern nur schweren Lehm als Deckmaterial für ein Niederungsmoor vor, und wird somit die Ausnutzung des Moores zur Pflanzenernährung durch die Deckschicht in Frage gestellt, oder ist das Moor — wie es bei Hochmoor der Fall ist — schwer zersetzlich und so arm, daß es keine größeren Mengen an Pflanzennahrung liefern kann, so kann die Mischkultur zur Anwendung kommen.

2. Die **Mischkultur** (Veenkultur)[2]) umfaßt die Entwässerung, das Austorfen und die Herstellung einer neuen Ackerkrume.

a) Die **Entwässerung** erstreckt sich bis zu einer solchen Tiefe, daß nach der Vollendung der Anlage der Wasserstand zwischen 1 m und 40 cm unter der Erdoberfläche wechselt. Die Entwässerungsgräben werden in der Regel zugleich als Schiffahrtskanäle hergestellt (so daß die größeren 11 m Breite und 1,5 m Tiefe, die kleineren Nebengräben 6 m Breite bei gleicher Tiefe erhalten, während deren gegenseitige Entfernung 60—100 m beträgt).

---

[1]) Nach dem verstorbenen Rittergutsbesitzer Rimpau in Cunrau, Prov. Sachsen, der den Deckkulturen zuerst allgemeinere Anerkennung verschaffte, heißt die Deckkultur auch Rimpau'sche Dammkultur.

[2]) „Veen" nennt man in Holland und Friesland ein durch Kanäle entwässertes Moor.

b) Das **Austorfen** geht allmählich in der Weise vor sich, daß zuerst die oberste lose Torfschicht (Bunkerde) abgeräumt, dann der Torf bis zum mineralischen Untergrunde ausgestochen und zur Gewinnung von Brenntorf oder Torfstreu, auch wohl von Torfkohle, Leuchtmaterialien, oder Papier verwendet wird. Der Torf wird auf den Kanälen zu Wasser nach den Städten befördert, und aus diesen wird als Rückfracht städtischer Dünger, unter Umständen auch Seeschlick zurückgebracht, daher eben auch der Ausbau der Entwässerungsgräben zu schiffbaren Kanälen nötig ist.

c) Der **Ackerboden** wird neu geschaffen, indem nach dem Abtorfen eines Streifens der Abraum (die Bunkerde) des nächsten Streifens auf ihm verteilt und mit dem vom Moor entblößten Boden gründlich gemischt wird. Gleichzeitig wird städtischer Dünger oder Seeschlick in größeren Mengen hinzugefügt, um eine nährstoffreichere Bodenschicht zu gewinnen. Ist die ganze Fläche eines Besitztums allmählich ausgetorft, so ist der Boden auch schon so stark mit städtischem Dünger oder Seeschlick versorgt, daß seine Benutzung wie auf jedem Mineralboden erfolgen kann. Der Ersatz des städtischen Düngers und des Seeschlicks durch Mergel oder künstlichen Dünger ist unsicher, da es dabei leicht an einzelnen Nährstoffen fehlen kann.

3. Unerläßliche **Vorbedingungen** für eine des Erfolges sichere Anlage von Mischkulturen sind der Natur der Sache nach die Hineinführung von Schiffahrtskanälen in das Moor und die Möglichkeit des Absatzes von Torf, sowie der Gewinnung von städtischem Dünger und Seeschlick.

Aus den Mischkulturen kann man nach Bereicherung des Bodens mit Nährstoffen nach einiger Zeit auch Deckkulturen herstellen.

§ 144. Die Wiesen- und Brennkultur des Moores.

Wenn bei Mooren weder die Deck- noch die Mischkultur möglich sind, oder wenn man die Kosten scheut, so kann man dieselben zu Wiesen niederlegen oder die Brennkultur anwenden.

1. Die **Niederlegung zu Wiesen** erfordert eine Entwässerung durch Haupt- und Nebengräben, deren Tiefe unter Beachtung des späteren Setzens des Moores auf 0,4—0,75 m unter der Erdoberfläche gehen, und mit der womöglich eine Bewässerung verbunden werden muß. Die Zerstörung der alten Vegetationsschicht fällt am geeignetsten in das Frühjahr, sodald der Boden 5 cm aufgetaut ist, und wird mit Hülfe schwerer Eggen bewirkt, wobei zugleich die Ansaat eingebracht werden kann. Die Düngung geschieht mit Kainit und Thomasschlacke, während Stickstoff schon im Moore enthalten ist. Auch kann eine Düngung mit Kalk, Chlorsalzen, Eisenvitriol, Kompost,

oder eine Erddüngung, letztere zur Festigung der obersten Schicht, Anwendung finden.

Abgesehen von der Frostgefahr können damit auf Niederungsmooren sehr gute Wiesen auch ohne Deckschicht geschaffen werden.

2. Die **Brennkultur** findet, während die Niederungsmoore ihrer Graswüchsigkeit wegen zu Wiesen niedergelegt werden, auf Hochmooren Anwendung und gestattet ihre Benutzung als Ackerfläche.

Nach der Entwässerung durch offene Gräben und dem Abtrocknen wird durch das Brennen der Oberfläche eine Krume geschaffen, die an Mineralstoffen reicher ist als vorher. Die Pflanzen, die nun einige Jahre (6—8 Jahre) lang unter Wiederholung des Brennens angebaut werden, sind Buchweizen, Roggen, Hafer, Spörgel und Kartoffeln. Hierauf bedarf das Moor einer Ruhepause von 30 Jahren, um wieder gebrannt werden zu können, es sei denn, daß man durch besonders starke Düngungen ausnahmsweise die Ackerkrume bereichern und zur dauernden Benutzung geschickt machen kann.

Das Brennen darf nicht zu tief gehen, weil sonst der Boden die Feuchtigkeit nicht mehr annimmt, vielmehr lose und das Moor „totgebrannt", d. h. unfruchtbar, wird.

Die Brennkultur ist als Raubkultur zu bezeichnen und nur da zu entschuldigen, wo Deck- und Mischkultur unmöglich sind. Sie belästigt außerdem ganze Landstriche durch den dabei erzeugten Moorrauch.

Druck von Fr. Stollberg in Merseburg.

Deutsche Landwirtschaftliche Presse.

Begründet 1874. Verlag von **Paul Parey** in Berlin SW., 10 Hedemannstraße.

Die Mittwochs und Sonnabends erscheinende „Deutsche Landwirtschaftliche Presse" ist nach Inhalt und Ausstattung eine Fachzeitung großen Stils und hat eine zweifache Aufgabe: sie dient einerseits der Förderung einer gesunden Landwirtschaftspolitik und Volkswirtschaft und andererseits dem Fortschritte in der Wissenschaft und Praxis von Ackerbau, Viehzucht und den landwirtschaftlichen Gewerben.

Was die „Deutsche Landwirtschaftliche Presse" besonders auszeichnet, ist:

Sachlichkeit und Gründlichkeit in der Erörterung der wirtschaftspolitischen und sozialen Tagesfragen durch bedeutende Fachgenossen, hohe Beamte, Parlamentarier ꝛc.

Energische Vertretung aller landwirtschaftlichen Interessen bei Behörden und Parlamenten.

Beste fachmännische Artikel über rationelle Technik und Betriebsweise der Landwirtschaft und ihrer Nebengewerbe.

Berichterstattung über beachtenswerte Fortschritte und sonstige Erscheinungen land- und volkswirtschaftlicher Art im Auslande, besonders England und Amerika.

Freier „Meinungsaustausch" für Vertreter verschiedener Richtungen, unter Wahrnehmung parlamentarischer Formen.

Kostenfreier „Fragekasten" mit zuverlässiger Auskunftserteilung aus Theorie und Praxis.

Reiche und künstlerisch wertvolle Illustrationen im Texte, namentlich von hervorragenden Tieren nach Originalphotographieen und von neuen Pflanzenzüchtungen nach Originalexemplaren; desgleichen Porträts bedeutender Fachgenossen und illustrierte Beschreibungen ganzer Wirtschaften.

Ansprechendes Feuilleton aus dem Gebiete der Jagd, des Sports, landwirtschaftlicher Studienreisen ꝛc.

Wöchentlich eine besondere **Handelsbeilage**

mit übersichtlichen Mitteilungen über Stand und Bewegung der Preise landwirtschaftlicher Produkte und Verbrauchsartikel an den Hauptplätzen Deutschlands und des Auslandes, sowie über die den Landwirten gezahlten Viehpreise auf Grund spezieller Privatberichte der Abonnenten. Diese „Handelsbeilage" soll dem Landwirt vor allem helfen, die Weltmarkt-Konjunkturen zu überblicken und den preisdrückenden Bestrebungen des Zwischenhandels entgegenzuarbeiten.

Monatlich eine besondere **Farbendrucktafel.**

Durch jede Postanstalt oder Buchhandlung bezogen, Preis vierteljährlich 5 M.

Wegen der großen Verbreitung

bestes Blatt für alle landwirtschaftlichen Anzeigen

(35 Pfg. die Einheitszeile).

Expedition: Berlin SW., 10 Hedemannstraße.

Probenummern mit Handelsbeilage und Farbendrucktafel umsonst und postfrei.

Verlag von PAUL PAREY in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.

Jeder Band einzeln käuflich. **THAER-BIBLIOTHEK** Preis pro Band in Leinen geb. 2 M. 50 Pf.

Landw. Fütterungslehre von Dr. Emil Wolff, Professor in Hohenheim. 6. Auflage.
Praktische Düngerlehre von Dr. Emil Wolff, Professor in Hohenheim. 12. Auflage.
Getreidebau von Dr. A. Nowacki, Professor in Zürich. Gekrönte Preisschrift. 2. Auflage.
Risler's Weizenbau. Herausgegeben vom Amtsrat W. Rimpau in Schlanstedt.
Wiesen- und Weidenbau von Dr. F. Burgtorf, Direktor in Herford. 3. Auflage.
Landw. Futterbau von Dr. William Loebe in Leipzig. 3. Auflage.
Braugerste von H. Heine, Assistent in Karlsruhe. Gekrönte Preisschrift.
Hopfenbau von C. Fruwirth in Wien. Mit Vorwort von Dr. E. Pott. Gekrönte Preisschrift.
Tabaksbau von A. Freiherrn von Babo in Klosterneuburg. 3. Auflage.
Kartoffelbau von Dr. H. Werner, Professor in Berlin. 2. Auflage.
Rübenbau von F. Knauer auf Gröbers bei Halle a. S. 7. Auflage.
Lupinen- und Serradellabau von Kette auf Jassen und König auf Zörnigall. 9. Auflage.
Urbarmachung und Verbesserung des Bodens von Ök.-Rat Dr. R. Buerstenbinder.
Praktische Bodenkunde von Dr. A. Nowacki, Professor in Zürich. 2. Auflage.
Ernährung der landw. Kulturpflanzen von Dr. Ad. Mayer, Professor in Heidelberg.
Krankheiten der landw. Nutzpflanzen von Professor Dr. R. Wolf.
Die käuflichen Düngestoffe von Dr. A. Rümpler, Direktor in Hecklingen. 3. Auflage.
Rindviehzucht von Dr. V. Funk, Direktor in Zoppot. 3. Auflage.
Die Milch und ihre Produkte von A. Otto in Halle a. S.
Schafzucht von Dr. O. Rohde, Professor in Greifswald.
May's Schweinezucht. Bearbeitet von E. Meyer-Friedrichswerth. 3. Auflage.
Milchwirtschaft von Dr. William Loebe in Leipzig. 2. Auflage.
Beschlagkunde von Dr. von Rueff, Direktor der Königl. Tierarzneischule in Stuttgart.
Allgemeine Tierzuchtlehre von Dr. von Rueff in Stuttgart.
Eingeweidewürmer der Haussäugetiere von Dr. J. Dewitz in Berlin.
Aeussere Krankheiten der landw. Haussäugetiere von E. Zorn, Königl. Korpsrossarzt.
Innere Krankheiten der landw. Haussäugetiere von F. Grosswendt, Kgl. Oberrossarzt.
Physiologie und Pathologie der Haussäugetiere von F. Flemming, Tierarzt in Lübz.
Heilungs- und Tierarzneimittellehre von F. Flemming, Grossh. Tierarzt in Lübz.
Praktische Desinfectionslehre von A. Zundel, Landestierarzt in Strassburg.
Englischer Hufbeschlag von H. Behrens, Lehrschmied in Rostock. 2. Auflage.
Reiten und Fahren von Major R. Schoenbeck in Berlin. 2. Auflage.
Ratgeber beim Pferdekauf von Stallmeister B. Schoenbeck in Sondershausen.
Widersetzlichkeiten des Pferdes von Stallmeister B. Schoenbeck in Sondershausen.
Schubert's Landw. Rechenwesen. Bearbeitet von H. Kutscher in Clausthal. 4. Auflage.
Landw. Plan- und Situationszeichnen von H. Kutscher in Clausthal.
Feldmessen und Nivellieren von Dr. A. Wüst, Professor in Halle. 3. Auflage.
Der Landwirt als Kulturingenieur von Fr. Zajicek, Professor in Mödling.
Behandlung der Lokomobilen von Professor Paul Lazar in Budapest.
Landw. Geräte und Maschinen von Dr. E. Perels, Professor in Wien. 6. Auflage.
Be- und Entwässerung der Aecker und Wiesen von Oek.-Rat L. Vincent. 3. Auflage.
Der Petersensche Wiesenbau von Dr. E. Fuchs in Kappeln.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von PAUL PAREY in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.

Jeder Band einzeln käuflich. **THAER-BIBLIOTHEK** Preis pro Band in Leinen geb. 2 M. 50 Pf.

Pferdestall (Bau und Einrichtung) von Baurat F. Engel in Berlin. 2. Auflage.

Viehstall (Bau und Einrichtung) von Baurat F. Engel in Berlin. 2. Auflage.

Kalk-Sand-Pisébau von Baurat F. Engel. Bearbeitet von H. Hotop. 4. Auflage.

Der Bauernhof (Anlage und Einrichtung) von G. Jaspers, Generalsekretär in Osnabrück.

Die Geflügelställe (Bau und Einrichtung) von Architekt A. Schubert in Höxter.

Landw. Baukunde von Dr. F. C. Schubert, Baurat und Professor in Poppelsdorf. 5. Auflage.

Stärkefabrikation von Dr. F. Stohmann, Professor an der Universität Leipzig.

Bierbrauerei von Dr. C. J. Lintner, Professor in München.

Apfelweinbereitung von Dr. Ernst Kramer in Klagenfurt.

Ziegelei von Ziegelei-Ingenieur O. Bock in Weimar.

Kalk-, Gyps- und Zementfabrikation von H. Stegmann in Braunschweig.

Landw. Buchführung von Dr. Freiherrn v. d. Goltz, Professor in Jena. 7. Auflage.

Langethal's Geschichte d. Landwirtschaft bearb. v. Michelsen u. Nedderich. 3. Auflage.

Wirtschaftsdirektion d. Landgutes von Dr. Albrecht Thaer, Prof. in Giessen. 2. Auflage.

Birnbaum's Landw. Taxationslehre. 2. Auflage.

An- und Verkaufs-Genossenschaften von H. von Mendel, Ökonomierat in Halle a. S.

Rechtsbeistand des Landwirts von M. Löwenherz, Amtsrichter in Papenburg.

Das Schriftwerk des Landwirts von C. Petri in Hohenwestedt.

Künstliche Fischzucht von M. von dem Borne auf Berneuchen. 4. Auflage.

Teichwirtschaft von M. von dem Borne auf Berneuchen. 4. Auflage.

Süsswasserfischerei von M. von dem Borne auf Berneuchen.

Bienenzucht von A. Baron v. Berlepsch. Bearb. von W. Vogel in Lehmannshöfel. 3. Auflage.

Bakterienkunde für Landwirte von Dr. W. Migula in Karlsruhe.

Wirtschaftsfeinde aus dem Tierreich von Dr. G. v. Hayek, Professor in Wien.

Zoologie für Landwirte von Dr. J. Ritzema Bos in Wageningen.

Geflügelzucht von Dr. Pribyl in Wien. 3. Auflage.

Jagd, Hof- und Schäfer-Hunde von Lieutenant Schlotfeldt in Hannover.

Die Jagd und ihr Betrieb von A. Goedde, Herzogl. Jägermeister in Coburg. 2. Auflage.

Fasanenzucht von August Goedde, Herzogl. Jägermeister in Coburg. 3. Auflage.

Feldholzzucht, Korbweidenkultur etc. von R. Fischer in Berlin.

Forstkulturen von Urff, Kgl. Oberförster in Neuhaus bei Berlinchen.

Immerwährender Gartenkalender von J. G. Meyer, Handelsgärtner in Ulm. 2. Auflage.

Gemüsebau von B. von Uslar, Handelsgärtner in Hildesheim. 2. Auflage.

Gärtnerische Veredlungskunst von O. Teichert. Bearbeitet von Fintelmann. 2. Auflage.

Gehölzzucht von J. Hartwig, Grossherzogl. Hofgärtner in Weimar. 2. Auflage.

Obstbau von R. Noack, Grossherzogl. Hofgarteninspektor in Darmstadt. 2. Auflage.

Weinbau von Ph. Held, Gartenbau-Inspektor in Hohenheim.

Gartenblumen (Zucht und Pflege) von Th. Rümpler, General-Sekretär in Erfurt. 2. Auflage.

Gewächshäuser von J. Hartwig, Grossherzoglicher Hofgärtner in Weimar. 2. Auflage.

Zimmergärtnerei von Th. Rümpler, General-Sekretär in Erfurt. 3. Auflage.

Geschichte des Gartenbaues von O. Hüttig, Gartenbaudirektor in Charlottenburg.

Obstbaumkrankheiten von Dr. Paul Sorauer in Proskau.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.